



Universidad Nacional Mayor de San Marcos

Universidad del Perú. Decana de América

Facultad de Ingeniería Geológica, Minera, Metalúrgica y Geográfica

Escuela Profesional de Ingeniería Civil

Evaluación de los beneficios al aplicar BIM en una obra multifamiliar en Lima Metropolitana en el año 2018 - 2019

TESIS

Para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil

AUTORES

Kevin Lee CÁCERES RAMOS

Lendy Valerie DONGO FELIX

ASESOR

Gina Gabriela CHAMBI ECHEGARAY

Lima, Perú

2019



Reconocimiento - No Comercial - Compartir Igual - Sin restricciones adicionales

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

Usted puede distribuir, remezclar, retocar, y crear a partir del documento original de modo no comercial, siempre y cuando se dé crédito al autor del documento y se licencien las nuevas creaciones bajo las mismas condiciones. No se permite aplicar términos legales o medidas tecnológicas que restrinjan legalmente a otros a hacer cualquier cosa que permita esta licencia.

Referencia bibliográfica

Cáceres, K. & Dongo, L. (2019). *Evaluación de los beneficios al aplicar BIM en una obra multifamiliar en Lima Metropolitana en el año 2018 - 2019*. Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Civil. Escuela Profesional de Ingeniería Civil, Facultad de Ingeniería Geológica, Minera, Metalúrgica y Geográfica, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima, Perú.

HOJA DE METADATOS COMPLEMENTARIOS

CÓDIGO ORCID DEL AUTOR: No aplica

CÓDIGO ORCID DEL ASESOR: <https://orcid.org/0000-0002-1824-1350>

DNI DEL AUTOR:

Kevin Lee Cáceres Ramos 76395966

Lendy Valerie Dongo Felix 48448611

GRUPO DE INVESTIGACIÓN:

Ninguno

INSTITUCIÓN QUE FINANCIA PARCIAL O TOTALMENTE LA INVESTIGACIÓN:

Autofinanciado

UBICACIÓN GEOGRÁFICA DONDE SE DESARROLLO LA INVESTIGACIÓN, DEBE

INCLUIR LOCALIDADES Y COORDENADAS GEOGRÁFICAS:

Jirón Luis N. Sanz N° 581, Jesús María, Lima Metropolitana -12.081875, -77.052950

Calle General Mendiburu N° 625 – 625 – 627 – 629, urbanización Santa Cruz,
Miraflores, Lima Metropolitana -12.114212, -77.045826

AÑO O RANGO DE AÑOS QUE LA INVESTIGACIÓN ABARCÓ:

2017 - 2019



UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS

Universidad del Perú, DECANA DE AMÉRICA

FACULTAD DE INGENIERÍA GEOLÓGICA, MINERA, METALÚRGICA Y GEOGRÁFICA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS PARA OPTAR TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

En el Salón de Grados y Títulos de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingeniería Geológica, Minera, Metalúrgica y Geográfica de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos, el día viernes 23 de agosto del año 2019, siendo las 14:00 horas, en presencia de los Señores Docentes designados como Miembros del Jurado Calificador:

Dr. SAMUEL ISMAEL QUISCA ASTOCAHUANA
Dr. HUMBERTO IVAN PEHOVAZ ALVAREZ
Mg. LUZ BALTAZARA RAMOS LORENZO

Presidente
Miembro
Miembro

Reunidos en Acto Académico Público de Sustentación de la TESIS titulada: **“EVALUACIÓN DE LOS BENEFICIOS AL APLICAR BIM EN UNA OBRA MULTIFAMILIAR EN LIMA METROPOLITANA EN EL AÑO 2018-2019”**, presentada por los Bachilleres **LENDY VALERIE DONGO FELIX** y **KEVIN LEE CÁCERES RAMOS**, para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil.

Expuesta la Tesis; los miembros del Jurado plantearon a los Bachilleres las preguntas pertinentes, que fueron absueltas a:

..... *SATISFACCION*

Concluida la sustentación de Tesis, el Jurado procedió a evaluar y calificar la calidad y sustentación en secreto, cuyo calificativo fue:

..... *APROBADO, BUENO CON NOTA 14 (CATORCE)*

Habiendo sido aprobada la Sustentación de la Tesis por el Jurado Calificador, el Presidente del Jurado recomienda que la Facultad de Ingeniería Geológica, Minera, Metalúrgica y Geográfica, otorgue el **TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL**, a Doña **LENDY VALERIE DONGO FELIX** y a Don **KEVIN LEE CÁCERES RAMOS**.


Siendo las..... *15:00* horas, se dio por concluido el acto académico, expidiéndose siete (07) Actas Originales de la Sustentación de Tesis, firmadas por el Jurado Calificador.

Ciudad Universitaria, 23 de agosto del 2019


Dr. SAMUEL ISMAEL QUISCA ASTOCAHUANA
PRESIDENTE


Dr. HUMBERTO IVAN PEHOVAZ ALVAREZ
MIEMBRO


Mg. LUZ BALTAZARA RAMOS LORENZO
MIEMBRO


Dr. LUIS MIGUEL MORÁN YÁÑEZ
DIRECTOR
Escuela Profesional de Ingeniería Civil



DEDICATORIA

A mi madre Maritza por inculcarme valores, por su sacrificio y esfuerzo para darme una carrera y creer siempre en mí.

A mi abuelito Pablo por ser como un padre y protegerme desde el cielo.

A mi familia por su apoyo incondicional.

A mis profesores por sus lecciones de vida y enseñanzas.

A mi alma máter por prepararme con ética para el ejercicio profesional.

Kevin Lee Cáceres Ramos

A mis padres, Javier y Juana, por su esfuerzo al educarme.

A mis hermanos, Javier, Laly y Estrella, por apoyarme y alentarme a seguir mis sueños.

Lendy Valerie Dongo Felix

RESUMEN

La presente tesis se enfoca en la aplicación de la metodología BIM en una obra de edificación multifamiliar en Lima Metropolitana, donde se evalúa los beneficios de emplear esta metodología. Para ello se realiza un comparativo entre dos obras de edificación de similares características; una que utiliza la metodología BIM en sus etapas de diseño y ejecución; y otra que se diseña y construye bajo el método tradicional.

En el primer capítulo se realiza una descripción sobre la situación actual del sector construcción en el país, la cual nos lleva a formular el problema al que se enfrenta el sector y que da origen a esta investigación. Asimismo, se establece los objetivos que se pretenden alcanzar.

En el segundo capítulo se presenta los antecedentes que impulsan la presente investigación. También, se desarrollará la base teórica sobre la cual se apoya este trabajo y el estado de la metodología BIM en el Perú y el mundo.

El tercer capítulo, procedimiento, comprende la descripción de los proyectos y la recolección de toda la información necesaria que posteriormente servirá para el capítulo cuarto; en este capítulo se realiza el análisis de los tiempos de compatibilización, costos de compatibilización, análisis de observaciones y reporte de interferencias; y así poder establecer la veracidad o falsedad de la hipótesis de esta investigación.

Para finalizar, en el quinto y sexto capítulo se expone las conclusiones a las que se llegaron luego de culminar la investigación y las recomendaciones que permiten volver mucho más eficiente la aplicación de la metodología BIM en proyectos futuros.

PALABRAS CLAVES

Metodología BIM, Building Information Modeling, construcción virtual, modelo BIM, compatibilización, interferencias.

ABSTRACT

The present thesis is focused on the application of the BIM methodology in a multifamily building work located in metropolitan Lima, where the benefits of using this methodology are evaluated. To do so, we made a comparison between the two building works with similar characteristics; one of them uses the BIM methodology in its design and work execution stages; and the other it's design and built following the traditional method.

On the first chapter a description about the current situation of the construction sector in the country is made, which lead us to stating the problem that this sector is facing and gives rise to this investigation. It furthermore, establish the objectives to be achieved.

The second chapter provides the background that drives the present research. It also develops the theoretical base which supports this thesis work and the current state of the BIM methodology in Peru and the rest of the world.

The third chapter, procedure, comprise the description of the projects and the gathering of all information required which will subsequently be the basis for the fourth chapter; in this chapter we made the analysis of the time in a compatibility process, the costs of a compatibility process, an analysis of the observations and an interferences report; in order to establish the true or false condition of the hypothesis in this research.

Finally, the fifth and sixth chapter present the conclusions reached after concluding the investigation and the recommendations that will allow to make much more efficient the application of the BIM methodology in future projects.

KEYWORDS

BIM Methodology, Building Information Modeling, virtual construction, BIM model, compatibility process, interferences.

**EVALUACIÓN DE LOS BENEFICIOS AL APLICAR BIM EN UNA OBRA
MULTIFAMILIAR EN LIMA METROPOLITANA EN EL AÑO 2018 - 2019.**

INDICE GENERAL

DEDICATORIA	2
RESUMEN.....	3
ABSTRACT	4
INDICE GENERAL	5
LISTADO DE TABLAS.....	7
LISTADO DE FIGURAS.....	9
CAPITULO I : INTRODUCCIÓN.....	10
1.1. REALIDAD PROBLEMÁTICA	10
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	13
1.3. JUSTIFICACIÓN.....	13
1.4. OBJETIVOS	14
1.4.1. Objetivo general	14
1.4.2. Objetivos específicos	14
1.5. METODOLOGÍA.....	14
CAPITULO II : MARCO TEÓRICO	16
2.1. ANTECEDENTES.....	16
2.2. BASES TEÓRICAS	18
2.2.1. Qué es BIM	18
2.2.2. Las dimensiones BIM y sus niveles de desarrollo	20
2.2.3. Niveles de desarrollo BIM.....	22

2.2.4. El concepto VDC (virtual desing and construction / diseño y construccin virtual).....	24
2.3. APLICACION DE BIM EN EL PERU Y EN EL MUNDO	25
2.3.1. Adopción de BIM en el mundo	25
2.3.2. Adopción de BIM en el Perú	26
2.3.3. Beneficios de la aplicación de BIM en la etapa de construcción	27
CAPITULO III : PROCEDIMIENTO.....	32
3.1. PRESENTACIÓN DE PROYECTOS A ESTUDIAR	32
3.1.1. Edificio multifamiliar “Luxury”	32
3.1.2. Edificio multifamiliar “Raíz Mendiburu”	34
3.2. RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN	35
3.2.1. Edificio multifamiliar “Luxury”	35
3.2.2. Edificio multifamiliar “Mendiburu”	44
CAPITULO IV : ANÁLISIS DE RESULTADOS	49
4.1. ANÁLISIS DE RESULTADOS.....	49
4.1.1. Edificio multifamiliar “Luxury”	49
4.1.1.1. Análisis para tiempos de compatibilización	49
4.1.1.2. Análisis para costos de compatibilización	50
4.1.1.3. Análisis de observaciones proyecto “Raíz Mendiburu”	51
4.2. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS.....	54
CAPITULO V : CONCLUSIONES.....	56
CAPITULO VI : RECOMENDACIONES.....	58
BIBLIOGRAFÍA.....	60
ANEXOS	62

LISTADO DE TABLAS

<i>Tabla 01: Formulación del problema (Fuente propia).</i>	13
<i>Tabla 02: Detalle del presupuesto “Edificio Luxury” (Fuente: Promobras SAC).</i>	33
<i>Tabla 03: Incompatibilidades significativas del Proyecto Luxury (Fuente propia).</i>	35
<i>Tabla 04: Costos por compatibilización (Fuente: Promobras SAC).</i>	41
<i>Tabla 05: Adicionales de obra (Fuente: Promobras SAC).</i>	41
<i>Tabla 06: Penalidad por retraso (Fuente: Promobras SAC).</i>	42
<i>Tabla 07: Tiempos y Costos de aplicar BIM - Luxury (Fuente: DCV Consultores).</i>	43
<i>Tabla 08: Tiempos y Costos de aplicar BIM - Mendiburu (Fuente: DCV Consultores).</i>	47
<i>Tabla 09: Análisis de tiempos de compatibilización (Fuente propia).</i>	49
<i>Tabla 10: Análisis de costos de compatibilización (Fuente propia).</i>	50
<i>Tabla 11: Resumen de observaciones –“Raíz Mendiburu” (Fuente propia).</i>	51
<i>Tabla 12: Resumen de interferencias –“Raíz Mendiburu” (Fuente propia).</i>	53
<i>Tabla 13: Cuadro comparativo de los proyectos analizados (Fuente propia).</i>	55
<i>Tabla 14: Tabla de costos adicionales de la especialidad de arquitectura “Luxury” (Fuente propia).</i>	62
<i>Tabla 15: Tabla de costos adicionales de la especialidad de estructuras “Luxury” (Fuente propia).</i>	63
<i>Tabla 16: Tabla de costos adicionales de la especialidad de instalaciones sanitarias “Luxury” (Fuente propia).</i>	64
<i>Tabla 17: Tabla de costos adicionales de la especialidad de instalaciones eléctricas “Luxury” (Fuente propia).</i>	73
<i>Tabla 18: Tabla de observaciones de la especialidad de arquitectura “Raíz Mendiburu” (Fuente propia).</i>	81
<i>Tabla 19: Tabla de observaciones de la especialidad de estructuras “Raíz Mendiburu” (Fuente propia).</i>	84
<i>Tabla 20: Tabla de observaciones de la especialidad de instalaciones sanitarias “Raíz Mendiburu” (Fuente propia).</i>	85
<i>Tabla 21: Tabla de observaciones de la especialidad de agua contra incendio “Raíz Mendiburu” (Fuente propia).</i>	86
<i>Tabla 22: Tabla de observaciones de la especialidad de instalaciones eléctricas “Raíz Mendiburu” (Fuente propia).</i>	87
<i>Tabla 23: Tabla de observaciones de la especialidad de instalaciones mecánicas “Raíz Mendiburu” (Fuente propia).</i>	88
<i>Tabla 24: Tabla de observaciones de la especialidad de instalaciones de gas “Raíz Mendiburu” (Fuente propia).</i>	89
<i>Tabla 25: Tabla de observaciones de la especialidad de instalaciones de comunicaciones y seguridad integral “Raíz Mendiburu” (Fuente propia).</i>	90

<i>Tabla 26: Reporte de interferencias Arquitectura VS Instalaciones Eléctricas “Raíz Mendiburu” (Fuente propia).</i>	<i>91</i>
<i>Tabla 27: Reporte de interferencias Arquitectura VS Estructuras “Raíz Mendiburu” (Fuente propia).</i>	<i>92</i>
<i>Tabla 28: Reporte de interferencias Arquitectura VS Instalaciones de Gas “Raíz Mendiburu” (Fuente propia).</i>	<i>94</i>
<i>Tabla 29: Reporte de interferencias Arquitectura VS Instalaciones de Sanitarias “Raíz Mendiburu” (Fuente propia).</i>	<i>95</i>
<i>Tabla 30: Reporte de interferencias Comunicaciones VS Instalaciones Eléctricas “Raíz Mendiburu” (Fuente propia).</i>	<i>96</i>
<i>Tabla 31: Reporte de interferencias Estructuras VS Instalaciones Eléctricas “Raíz Mendiburu” (Fuente propia).</i>	<i>96</i>
<i>Tabla 32: Reporte de interferencias Estructuras VS Instalaciones de Gas “Raíz Mendiburu” (Fuente propia).</i>	<i>97</i>
<i>Tabla 33: Reporte de interferencias Estructuras VS Instalaciones de Mecánicas “Raíz Mendiburu” (Fuente propia).</i>	<i>97</i>
<i>Tabla 34: Reporte de interferencias Estructuras VS Instalaciones Sanitarias “Raíz Mendiburu” (Fuente propia).</i>	<i>98</i>
<i>Tabla 35: Reporte de interferencias Contra Incendio VS Instalaciones Eléctricas “Raíz Mendiburu” (Fuente propia).</i>	<i>104</i>
<i>Tabla 36: Reporte de interferencias Instalaciones Eléctricas VS Instalaciones Sanitarias “Raíz Mendiburu” (Fuente propia).</i>	<i>105</i>
<i>Tabla 37: Reporte de interferencias Instalaciones Mecánicas VS Instalaciones Sanitarias “Raíz Mendiburu” (Fuente propia).</i>	<i>106</i>

LISTADO DE FIGURAS

<i>Figura 1: Incremento de la actividad constructora en el mes de diciembre de 2017 (Fuente: CAPECO, 2018).</i>	10
<i>Figura 2: Gestión BIM (Fuente: CIBERSAL).</i>	12
<i>Figura 3: Detección de conflictos entre disciplinas, tubería de agua contra incendio choca con perfil metálico de estructuras (Fuente propia).</i>	16
<i>Figura 4: La aplicación de BIM nos permite una mejor visualización del proyecto (Fuente: DCV consultores).</i>	17
<i>Figura 5 : Representación virtual tridimensional mediante el uso de BIM (proyecto “Trentino”-Promobras S.A.C/ Valico).</i>	18
<i>Figura 6: Diseño paramétrico y la bidireccionalidad asociativa (Fuente propia).</i>	19
<i>Figura 7: Simulación BIM 4D del proceso constructivo (Fuente: Bances & Falla, 2015).</i>	21
<i>Figura 8: Niveles de desarrollo BIM (Fuente propia).</i>	24
<i>Figura 9: La aplicación de BIM permite la detección temprana de interferencias (Fuente propia).</i>	28
<i>Figura 10: Mejor comprensión del proyecto (Fuente propia).</i>	29
<i>Figura 11: Planificación del proceso constructivo (Fuente: Arravan).</i>	30
<i>Figura 12: Vista 3D(render) y 2D de la elevación del proyecto “Luxury” (Fuente: Promobras SAC).</i>	33
<i>Figura 13: Vista 3D (render) y Modelo BIM de “Raíz Mendiburu” (Fuente: DCV consultores).</i>	34
<i>Figura 14: Construcción Virtual (Fuente propia).</i>	44
<i>Figura 15: Flujo de Trabajo (Fuente propia).</i>	46
<i>Figura 16: Tiempos de compatibilización BIM (Fuente propia).</i>	48
<i>Figura 17: Análisis de tiempos de compatibilización (Fuente propia).</i>	49
<i>Figura 18: Análisis de costos de compatibilización (Fuente propia).</i>	50
<i>Figura 19: Porcentaje de observaciones según tipología (Fuente propia).</i>	52
<i>Figura 20: Porcentaje de observaciones según especialidad (Fuente propia).</i>	52
<i>Figura 21: Porcentaje de observaciones según versus (Fuente propia).</i>	54

CAPITULO I : INTRODUCCIÓN

1.1. REALIDAD PROBLEMÁTICA

A finales de 2017, el Instituto Nacional de Estadística e Informática – INEI señaló que la actividad del sector construcción tuvo un aumento de 6.62% respecto al mes de diciembre del año 2016. Este aumento es el segundo más alto obtenido en el último quinquenio y cercano al alcanzado en diciembre de 2014. Además, cabe mencionar que por primera vez el PBI del sector construcción superó al PBI global desde el año 2013.

Con este resultado, la construcción sumó un periodo de siete meses consecutivos en crecimiento, iniciándose en junio de 2017, luego de haber presentado caídas sucesivas durante tres trimestres consecutivos (CAPECO, 2018, p.18).



*Figura 1: Incremento de la actividad constructora en el mes de diciembre de 2017
(Fuente: CAPECO, 2018).*

A pesar de ello, de acuerdo a la Encuesta de Expectativa del IEC las empresas de infraestructura esperaban que sus operaciones decrezcan en 0.68 % los primeros meses del 2018. Es evidente que las sensaciones de este grupo han estado influenciadas por la situación de incertidumbre respecto de la continuidad de las obras públicas involucradas en presuntos casos de corrupción (CAPECO, 2018, p.8).

Hoy en día los clientes se han vuelto mucho más rigurosos en cuanto a calidad, costos y tiempos, en relación a los proyectos que demandan, pues consideran una gran diversidad de instalaciones, materiales, insumos y procedimientos que exigen además de la aplicación de herramientas eficaces de gestión y planificación en la construcción, también de una adecuada revisión, compatibilización y realimentación del diseño del proyecto antes de llegar a la etapa de ejecución (Taboada, Alcántara, Lovera, Santos & Diego, 2011, p.1). Sin embargo, “en proyectos de edificaciones, desarrollados según el modelo tradicional de entrega de proyectos Diseño/Licitación/Construcción, los documentos de diseño e ingeniería son elaborados en la etapa de diseño por arquitectos, consultores y proyectistas de ingeniería” (Bances & Falla, 2015, p.3) que no se conocen entre sí, sino hasta la inauguración del proyecto o a causa de algún RFI, “lo cual podría incidir negativamente en los plazos y costos si estos errores no son detectados a tiempo utilizando las herramientas adecuadas” (Taboada et al., 2011, p.1).

Esto, sumado a lo ya mencionado en un inicio impulsan a las empresas del sector, no necesariamente grandes, a implementar nuevos sistemas de gestión como el BIM para poder ofrecer un mejor producto a sus clientes y ver incrementar sus utilidades logrando así resistir esta situación no tan favorable por la cual atraviesa la industria.

“Se define Gestión BIM al conjunto de estrategias, metodologías y gestión de procesos, cuyo objetivo es el de gestionar, mediante un modelo tridimensional parametrizado y utilizando eficazmente las herramientas BIM, un proyecto de construcción” (Eyzaguirre, 2015, p.14).

Si bien es cierto la implementación de la tecnología BIM ha llegado al Perú, hace aproximadamente 9-10 años (Almonacid, et al., 2015), una encuesta dirigida a los profesionales del sector construcción en el país reveló que más del 50 % ha utilizado y conoce las herramientas BIM; son los propios entrevistados los que concluyen que tienen conocimientos bajos a muy bajos, pues desconocen que

existe toda una metodología de trabajo detrás con grandes beneficios por descubrir. (Eyzaguirre, 2015, p.12).

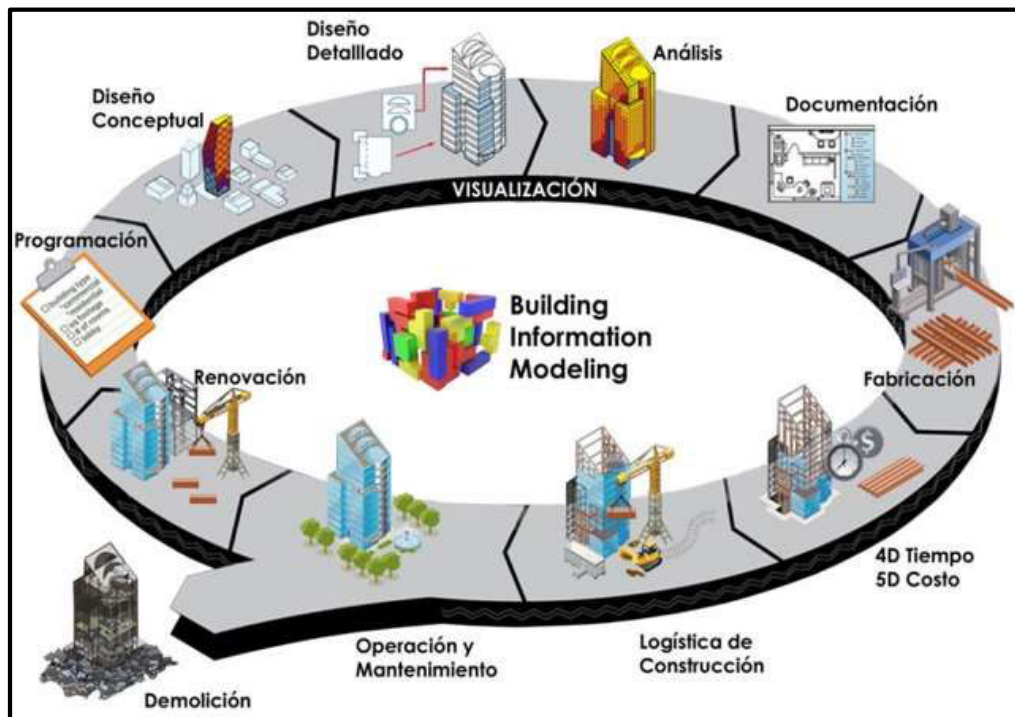


Figura 2: Gestión BIM (Fuente: CIBERSAL).

En un estudio de investigación que se hizo en el 2015, se utilizó tecnología BIM a fin de incrementar la eficiencia de un proyecto multifamiliar obteniéndose como resultado “un aumento de la eficiencia en un 5% en la partida de acero en losa, escalera y vigas, 8% para la partida de encofrado de losa y escalera, 13% para la partida de tarrajeo en cielo raso” (Bances & Falla, 2015, p.4).

Por lo expuesto anteriormente, ¿cómo no interesarnos por aplicar BIM a fin de obtener un mayor beneficio para todos los involucrados de las obras multifamiliares?

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿Cómo se cuantificarían los beneficios al utilizar BIM (Build Information Modeling) en las etapas de diseño y ejecución de obras multifamiliares?

Tabla 01: Formulación del problema (Fuente propia).

COMPONENTES	DESCRIPCION
Pregunta	¿Cómo se cuantificarían los beneficios al utilizar BIM (Build Information Modeling) en las etapas de diseño y ejecución de obras multifamiliares?
Términos de pregunta	Cómo
Variable 1	BIM (Build Information Modeling)
Unidad de estudio	Obras multifamiliares
Dónde	En las etapas de diseño y ejecución

1.3. JUSTIFICACIÓN

Este estudio permitirá ampliar los casos de aplicación de la metodología BIM, considerando que es un número reducido de empresas que implementan este sistema de gestión en el Perú el cual consideran costoso y complejo, lo cual es cierto, pero solo en un inicio; con un adecuado proceso de implementación estos inconvenientes se darán en un periodo de 4 a 5 meses; superado este periodo se obtendrá una mayor rentabilidad por los proyectos.

Para ello se plantea la elaboración de una metodología para evaluar los beneficios al utilizar BIM (Build Information Modeling) que se basa primero en identificar las pérdidas durante la etapa de ejecución que se hizo de forma tradicional, para luego determinar cuáles de estas pérdidas o adicionales se hubieran evitado si se aplicaba la metodología BIM; al cuantificar los costos relacionados a tales pérdidas, se alcanzará una aproximación de los eventuales beneficios de utilizar esta metodología en proyectos multifamiliares.

El resultado de esta investigación permitirá conocer la rentabilidad que se genera al utilizar BIM (Build Information Modeling) y servirá para incentivar a que más

empresas en el Perú utilicen esta tecnología ya que les posibilitará tener una mayor ventaja competitiva.

1.4. OBJETIVOS

1.4.1. Objetivo general

Evaluar los beneficios al aplicar la metodología BIM (Build Information Modeling) en las etapas de diseño y ejecución de una obra multifamiliar.

1.4.2. Objetivos específicos

- a) Identificar las incompatibilidades, interferencias, falta de información o información errónea detectadas en el proyecto a estudiar mediante la construcción virtual del mismo.
- b) Determinar en qué magnitud los errores en la etapa de diseño de un proyecto que no aplica la metodología BIM afectan al costo del mismo, y al costo de un proyecto que si aplica dicha metodología.
- c) Determinar los ahorros provenientes de la no ejecución de obras adicionales y retrabajos evitados al aplicar la metodología BIM.
- d) Determinar de qué manera afecta el proceso de compatibilización entre las especialidades de un proyecto en el plazo de ejecución de este.

1.5. METODOLOGÍA

El desarrollo de la presente tesis consistirá en identificar los distintos errores cometidos en una obra de edificación ya concluida, otorgado de la forma tradicional (Diseño-Licitación-Construcción) y mediante un contrato en la modalidad de suma alzada llave en mano; de tal manera que se recopilará toda la información generada por los errores generados en la etapa de ejecución debido a los yerros no identificados en la etapa diseño, y cuáles de éstos pudieron haberse eludido si en la obra se hubiera aplicado la metodología BIM para coordinar digitalmente las distintas especialidades.

Para ello, se analizarán dos obras de construcción facilitadas por constructoras de Lima Metropolitana ejecutadas entre el 2017 y el 2019. En estas obras, se identificará las incompatibilidades que hayan sido registradas (incongruencias en los planos, interferencias, errores de diseño, falta de información, etc.), los

presupuestos adicionales de obra, en el caso que aplique, y los requerimientos de información (RFI's) emitidas durante la etapa de ejecución. Del total de estas incompatibilidades que generaron retrabajos, se distinguirá aquellas que al realizar una coordinación digital pudieron haberse prevenido. Finalmente, se identificará los costos, en el caso que apliquen, relacionados a estas pérdidas y se comparará con los costos de aplicación BIM, estimando así la rentabilidad de aplicar la metodología BIM para coordinar digitalmente las distintas especialidades de un proyecto de construcción.

CAPITULO II : MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES

La tesis “Metodología para minimizar las deficiencias de diseño basada en la construcción virtual usando tecnología BIM”, de Alcántara Rojas (2013), publicada por la Universidad Nacional de Ingeniería, en Lima, Perú, asegura que el desarrollar el modelado BIM de un proyecto de edificación “no solo se utiliza para identificar conflictos entre las distintas disciplinas, sino que se convierte en una herramienta de análisis para revisar los criterios de diseño y la adecuada funcionabilidad del conjunto entre las distintas instalaciones dependientes”. Además, brinda un modelo exacto del diseño demandado para cada sector del proyecto que proporcionará las bases para mejorar el planeamiento y programación de subcontratistas y ayudar a asegurar la llegada justo a tiempo de personas, equipamiento y materiales (p.134).

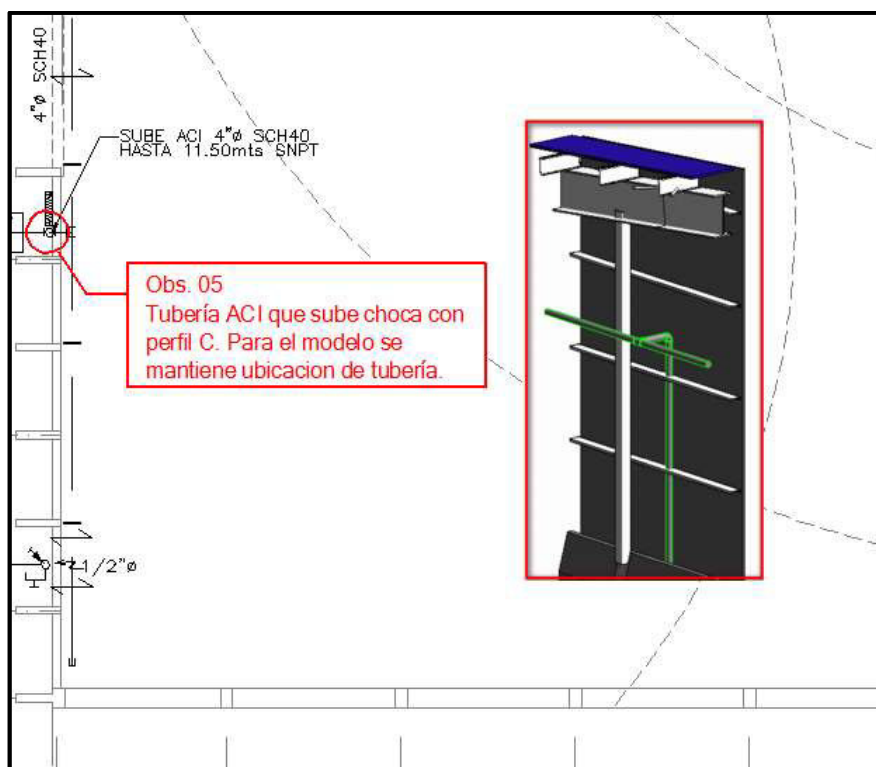


Figura 3: Detección de conflictos entre disciplinas, tubería de agua contra incendio choca con perfil metálico de estructuras (Fuente propia).

La tesis “La tecnología BIM para el mejoramiento de la eficiencia del proyecto multifamiliar Los Claveles en Trujillo – Perú”, de Bances Nuñez y Falla Ravines (2015), publicada por la Universidad Privada Antenor Orrego, en La Libertad, Perú, manifiesta que mediante la aplicación de la metodología BIM se puede tomar decisiones preventivas en todas las etapas de diseño. “La implementación de esta tecnología es radical en la planificación y programación de un proyecto para mejorar su productividad, es decir la eficiencia, debido a que reduce riesgos y dificultades de proceso constructivo en un futuro” (p.106).

La tesis “Planificación 4D en la obra de edificación Villa Municipal Bolivariana Torre C-D, aplicando softwares especializados BIM y parte de las herramientas Last Planner”, de Castillo Paredes (2009), publicado por la Universidad Privada Antenor Orrego, en La Libertad, Perú, sostiene que la aplicación de softwares especializados BIM permiten obtener reportes de metrados automáticos, mejor perspectiva del proyecto, una construcción virtual la cual permite encontrar errores en esta etapa que detienen el flujo del proyecto.



Figura 4: La aplicación de BIM nos permite una mejor visualización del proyecto (Fuente: DCV consultores).

Los antecedentes contribuyen de este modo a afianzar la idea de emplear nuevas metodologías de gestión en la industria de la construcción, como el BIM, para mejorar el desarrollo y administración de obras multifamiliares en las etapas de diseño y ejecución.

2.2. BASES TEÓRICAS

2.2.1. Qué es BIM

BIM es el acrónimo en inglés de “Building Information Modeling” o traducido al español como “Modelo de Información de la Edificación” que hace referencia a una metodología de trabajo en forma colaborativa en el cual se realiza el modelo de la edificación integrando toda la información esencial para el diseño, programación, construcción, mantenimiento y operación de un proyecto de construcción.

BIM “permite crear y manejar información real, coordinada y confiable, con la que se podrá visualizar diseños, tomar decisiones en fases más tempranas del proceso” (Eyzaguirre, 2015, p.4). Actualmente los profesionales del sector construcción reducen sus sistemas de trabajo, aumentan la productividad, para así elaborar proyectos de mayor calidad.

Los programas BIM como Revit, Tekla, Infraworks, Archicad, etc. “se caracterizan por la capacidad de generar modelos virtuales como se observa en la figura 5, de las edificaciones usando objetos paramétricos legibles por la máquina que muestran su comportamiento en proporción con las necesidades del diseño y análisis” (Bances & Falla, 2015, p.17).



Figura 5 : Representación virtual tridimensional mediante el uso de BIM (proyecto “Trentino”-Promobras S.A.C/ Valico).

“Se suele confundir los modelos BIM con modelos 3D, los cuales sólo tienen el volumen (geometría). BIM, además de ser un modelo 3D (información gráfica) se

le puede incorporar información relevante del proyecto (información no gráfica)” (Saldias, 2010, p.1).

La otra propiedad de un modelo BIM es que este tiene un nivel de inteligencia, dada por dos características: La “**Bidireccionalidad Asociativa**” con el cual se pueden administrar los cambios durante la etapa del diseño, por ejemplo, al realizar un cambio en nuestro modelo, simultáneamente se cambia en nuestras vistas 2D, eliminando así posibles incompatibilidades. Y “el **Diseño Paramétrico**, con el que ahora los elementos (placas, vigas, columnas, puertas, etc.), antes representados por propiedades fijas (largo, ancho, alto, etc.), son caracterizados por parámetros y reglas que determinan la volumetría del edificio” (Saldias, 2010, p.1), como se muestra en la figura 6.

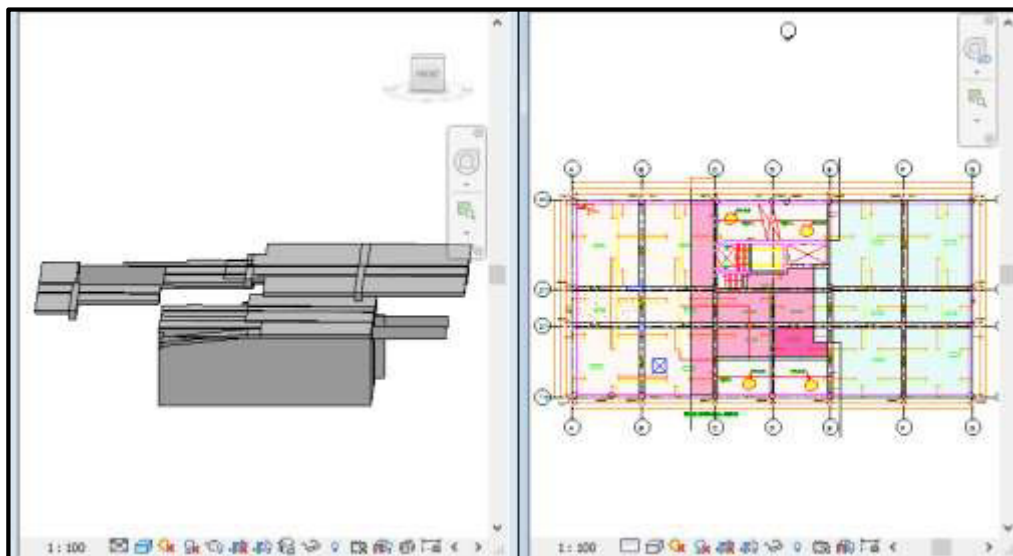


Figura 6: Diseño paramétrico y la bidireccionalidad asociativa (Fuente propia).

Cabe mencionar que la definición de BIM está aún en debate. “Existen diferentes estudios desarrollados por varios empresas y grupos que han impulsado varios nombres, que en teoría pueden tener enfoques distintos, pero que en la práctica apuntan a lo mismo: mejorar la gestión de los proyectos utilizando modelos inteligentes” (Saldias, 2010, p.1).

Para esta investigación, se les identificará como modelos BIM a los modelos inteligentes con información que pretendan construir virtualmente la edificación.

2.2.2. Las dimensiones BIM y sus niveles de desarrollo

Desde el momento en que nace como idea un proyecto hasta que logra concretarse y su posterior operación y mantenimiento se verá sometido a diversos cambios y agentes que trabajarán y coordinarán para lograr la ejecución del mismo. (García, 2017).

Un modelo BIM nos da la posibilidad de “gestionar desde una única herramienta todos los procesos necesarios para la correcta gestión de los documentos, permitiéndonos no solo modelar sino tener una planificación de los costos y tiempos de la obra, sostenibilidad, simulaciones, mantenimiento del edificio”. (García, 2017).

Con BIM, al realizar una modificación o actualización en el proyecto, el cambio se aplica de manera inmediata y automática en los diferentes documentos involucrados. Esto es posible gracias a que todos los programas utilizados se encuentran relacionados entre sí, logrando un ahorro en el tiempo destinado para tales modificaciones. (García, 2017).

El BIM se divide en diferentes dimensiones las cuales vamos a explicar a continuación:

1^{era} Dimensión: la idea

Todo proyecto nace a partir de una idea, un proyecto establecido de acuerdo con la metodología BIM no es ajeno a esta fase inicial. Esta primera dimensión comprenderá cosas tales como la fijación de la ubicación, estudios de mercado y las condiciones iniciales del proyecto; las estimaciones geométricas iniciales, así como aquellas concernientes a los volúmenes de materiales y sus costos o el establecimiento del plan de ejecución inicial. (Blog Structuralia, 2018).

2^{da} Dimensión: el boceto

Superada la fase de idea, se procede a la preparación de la fase de boceto, en donde se definen las características generales del proyecto. Esta fase comprende la preparación de los criterios a considerar durante “la modelización mediante el software BIM, el planteamiento de los materiales, el

predimensionamiento, la definición de cargas estructurales, la determinación de la dimensión energética del proyecto y el establecimiento de las bases para la sostenibilidad de éste”. (Blog Structuralia, 2018).

3^{era} Dimensión: el modelo gráfico tridimensional

Después de juntar la información necesaria se elabora el modelo 3D que nos servirá como base para futuras actualizaciones en todo el ciclo de vida del proyecto. “Es más que una representación gráfica de la idea; el modelo 3D no solo es algo visual, sino que incorpora toda la información que se necesitará para las siguientes dimensiones” (Sánchez, 2016).

4^{ta} Dimensión: el tiempo

La principal característica que tiene y diferencia el BIM con otras metodologías, es el Dinamismo; “a lo que hasta ahora podría considerarse algo estático se le aporta la dimensión del tiempo. De modo que podemos definir las fases del proyecto, realizar su planificación temporal; así como establecer simulaciones de parámetros temporales” (Sánchez, 2016).

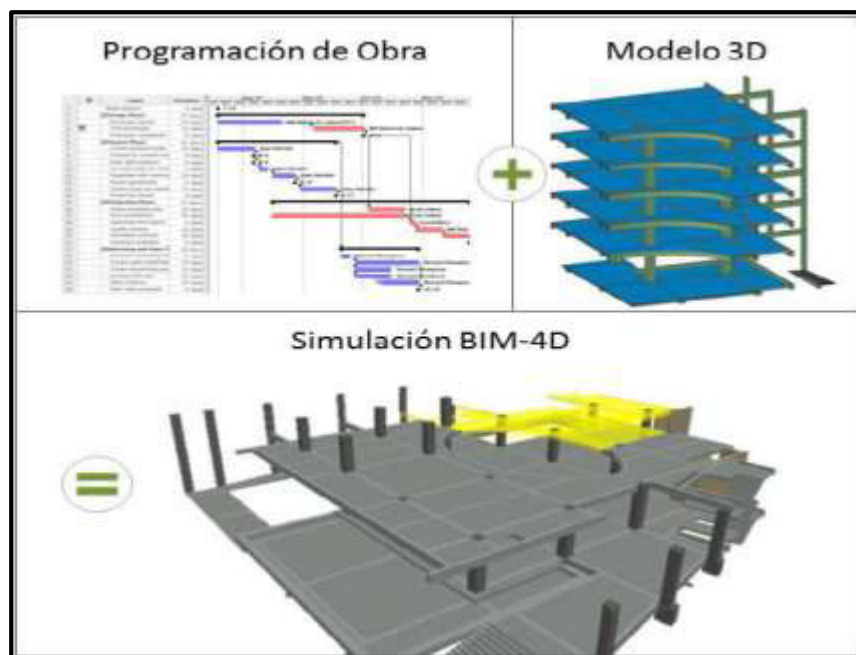


Figura 7: Simulación BIM 4D del proceso constructivo (Fuente: Bances & Falla, 2015).

5^{ta} Dimensión: el costo

Esta dimensión comprende el análisis y estimación de los costos del proyecto, además de su control a medida que se avance o el proyecto se vea modificado por ciertas circunstancias; esto se relaciona directamente con la rentabilidad. Al integrar información específica de cada uno de los elementos que componen un modelo BIM, es relativamente sencillo generar informes de presupuestos durante la etapa de operación de la infraestructura e incluso en la etapa de mantenimiento. (Blog Structuralia, 2018).

6^{ta} Dimensión: el análisis de sostenibilidad

Simula el comportamiento de los sistemas de ahorro energético y la gestión de recursos, entregando información fundamental para la toma de decisiones. Se hace un cálculo de la huella de carbono. Gracias a esto es posible seleccionar las mejores técnicas y tecnologías para cada proyecto, optimizando el consumo de energía y reduciendo lo más posible los daños al medio ambiente.

7^{ma} Dimensión: la gestión del ciclo de vida

Permite administrar un proyecto en sus etapas de operación y mantenimiento y los servicios asociados a éste. Se habla de “la posibilidad del crear el Libro del Edificio con BIM, así abarcar todo el ciclo de vida del proyecto durante su vida útil del edificio” (García, 2017); es decir, se trata de la guía que hay que seguir durante la etapa posterior a su construcción, para el uso y mantenimiento del mismo (fabricantes, contactos, etc.).

2.2.3. Niveles de desarrollo BIM

Siempre que se va a llevar a cabo un proyecto con tecnología BIM se debe definir el nivel de desarrollo del modelado. El American Institute of Architects (Instituto Americano de Arquitectos) plantea la elaboración del modelado para un edificio mediante niveles de desarrollo o LOD (level of developmen) el cual describe la cantidad de información que se ha ingresado dentro del modelo BIM. El nivel de desarrollo es acumulativo y debe avanzar de un nivel a otro.

1^{er} Nivel: LOD 100

El primer nivel, es un diseño conceptual, en el cual se aportará una visión general del elemento como área, volumen, altura, localización y orientación. A partir de este nivel se pueden realizar análisis basados en la ubicación y orientación, así como la cuantificación general del área y volumen; información básica si queremos obtener costos para estudios preliminares.

2^{do} Nivel: LOD 200

El segundo nivel, aporta un panorama general con magnitudes, donde el conjunto o sistema se ha modelado en base a elementos con componentes genéricos con dimensiones y forma aproximada, lo cual nos permiten obtener una cuantificación más precisa que con el LOD 100; además “es posible agregar información no geométrica” a los elementos (Monfort, 2015, p.39). Por otro lado, se puede realizar la compatibilización interdisciplinaria preliminar de un proyecto.

3^{er} Nivel: LOD 300

El tercer nivel añade información y geometría detallada. En este nivel es posible generar documentos habituales necesarios que componen un proyecto como, una programación inicial y un presupuesto estimado. A este nivel la materialidad de los elementos debe estar definida, así como la distribución interior. (Monfort, 2015, p.39).

4^{to} Nivel: LOD 400

Un modelo BIM con un LOD 400 está compuesto por elementos con la información y el detalle necesario para su fabricación, instalación y ensamblaje lo cual permitirá la ejecución del proyecto. La información que se tiene permite que el presupuesto y la programación temporal tengan una estimación muy cercana a la realidad. (Monfort, 2015, p.39).

5^{to} Nivel: LOD 500

En este nivel, se representa el proyecto ya construido conforme a las condiciones de obra, es lo que se conoce como el modelo as built. Se trata del modelo BIM

adaptado para el mantenimiento y funcionamiento durante la fase de operación del edificio (Monfort, 2015, p.40).



Figura 8: Niveles de desarrollo BIM (Fuente propia).

2.2.4. El concepto VDC (virtual desing and construction / diseño y construccion virtual)

La metodología Diseño Virtual y Construcción, VDC por sus siglas en inglés (Virtual Desing and Construction), desarrollado por el CIFE de la Universidad de Stanford en el año 2001; plantea el concepto de proyecto “como un conjunto de flujos de información que pueden ser modelados y representados en una computadora” y que, al ser utilizado a lo largo de las etapas de definición, diseño e ingeniería, fabricación, instalación y entrega final, contribuye a aminorar recursos innecesarios. (Eyzaguirre, 2015, p.7).

Este sistema, a través de la gestión de los procesos, organización y evolución del producto final; se centra en el uso integrado de modelos BIM de las distintas especialidades de un proyecto de construcción. (Eyzaguirre, 2015, p.7).

El VDC emplea como herramienta esencial la construcción virtual o modelado de la edificación, conocido como BIM (Building Information Modeling), que erróneamente se piensa que sirve solamente para realizar la compatibilización multidisciplinaria de proyectos. También, se apoya en la gestión de los procesos de producción PPM (Project Production Management) utilizando como insumo

principal los modelos BIM y la información que se generan a partir de ellos. Esta nueva información generada por parte de BIM junto con las variables que buscan medir y controlar los proyectos establecidas por el PPM convergen en las denominadas sesiones ICE o sesiones de trabajo de ingeniería concurrente integrada, que vienen a ser el gran impulsador de esta metodología pues es aquí donde se da la participación y coordinación efectiva entre los especialistas mejorando el proceso de toma de decisiones. (Cabrera, 2016).

2.3. APLICACION DE BIM EN EL PERU Y EN EL MUNDO

2.3.1. Adopción de BIM en el mundo

“BIM (Build Information Modeling)” o traducido al español como “Modelo de Información de la Edificación”, es una herramienta que nació en la segunda mitad del siglo XX, el cual con el transcurso de los años ha tenido diversas etapas y procesos de adecuación en distintos lugares del mundo. A continuación, se describirá el estado y nivel de implementación de BIM en países como, Reino Unido, España y Chile.

En Reino Unido

El Reino Unido es uno de los países donde la implementación del BIM ha crecido notablemente. En este país desde abril del 2016 los proyectos de obra pública se presentan en BIM, con esto el Gobierno ha exigido trabajar en el nivel 2 todos los proyectos con fondos públicos; es decir, agregar la cuarta (4D) y quinta dimensión (5D), como el tiempo de administración y el cálculo del presupuesto.

En la actualidad, en el Reino Unido ya se habla de llevar la implementación BIM a un nivel superior, el nivel 3, en el cual existe una colaboración e integración completa en un entorno basado en la nube; además incluye la gestión del ciclo de vida del proyecto (la sexta y séptima dimensión).

Como se mencionó en un inicio, “la implementación BIM en el Reino Unido ha crecido notablemente y esto se debe a dos factores: el impulso recibido por la administración pública y la rápida adopción de las empresas inglesas y escocesas” (BIM Summit Perú, 2018).

En España

Por otro lado, en España las autoridades han establecido un “calendario de implementación BIM”. Desde marzo del 2018 a las administraciones públicas ya se les permite exigir el uso de metodologías BIM y un modelo BIM como un entregable dentro del proyecto y de obras.

“La meta para el 2020 es que todos los equipamientos y las infraestructuras públicas se hagan en BIM para las fases de diseño, construcción y mantenimiento” (BIM Summit Perú, 2018).

En Chile

Si bien es cierto en los últimos años se han construido diversos proyectos privados con BIM, es gracias al Ministerio de Obras Públicas que el crecimiento de la metodología fue exponencial luego de poner como estándar en las bases de licitación que las obras estatales debían contar con una coordinación BIM o similar.

Sin embargo, a pesar de que aún no existen proyectos públicos licitados dentro del plan establecido por el gobierno chileno, “el apoyo de los funcionarios públicos ha sido fundamental para superar los retos iniciales que suponen la adopción del BIM” (BIM Summit Perú, 2018).

2.3.2. Adopción de BIM en el Perú

En el Perú, BIM es usado por las empresas privadas principalmente para la visualización de los proyectos, obtener metrados rápidos, compatibilizar planos, obtener RFI's y generar simulaciones constructivas referenciales.

Actualmente varias empresas constructoras y consultoras vienen adaptándose e implementando la tecnología BIM siguiendo el ejemplo de sus pares como Graña y Montero y Cosapi, pioneras en la utilización de BIM, que cuentan ya con sus propias áreas de soporte BIM. Sin embargo, la cantidad de empresas que han implementado esta metodología de trabajo es muy reducido.

Actualmente en la Ley de Contrataciones del Estado, Ley N° 30225, se han incorporado diversas disposiciones entre las cuales es de nuestro interés la Decimotercera:

“Decimotercera. - Las Entidades ejecutan las obras públicas considerando la eficiencia de los proyectos en todo su ciclo de vida. Mediante Decreto Supremo se establecen los criterios para la incorporación progresiva de herramientas obligatorias de modelamiento digital de la información para la ejecución de la obra pública que permitan mejorar la calidad y eficiencia de los proyectos desde su diseño, durante su construcción, operación y hasta su mantenimiento” (Ley de Contrataciones del Estado, 2018).

Aun así, debemos tener en cuenta que el éxito del BIM en los proyectos estatales no se dará solo porque el Estado lo pida sino por el verdadero compromiso de todos los involucrados que deseen llevar a cabo proyectos mejor ejecutados, con una correcta y adecuada gestión antes, durante y después de haber sido construida la infraestructura. Además, porque falta un trabajo de sensibilización a profesionales en las distintas ramas vinculadas a la construcción y en las universidades para que los futuros profesionales ya estén familiarizados con el sistema.

2.3.3. Beneficios de la aplicación de BIM en la etapa de construcción

Párrafos arriba se han mencionado varios países donde la aplicación de la metodología BIM es un hecho. Ahora se mencionará cuáles son los principales beneficios que genera el implementar esta metodología.

- a) Detección temprana de interferencias. Permite prever y solucionar los problemas de manera anticipada, lo que disminuye los inconvenientes durante la construcción y duplicidad del trabajo.

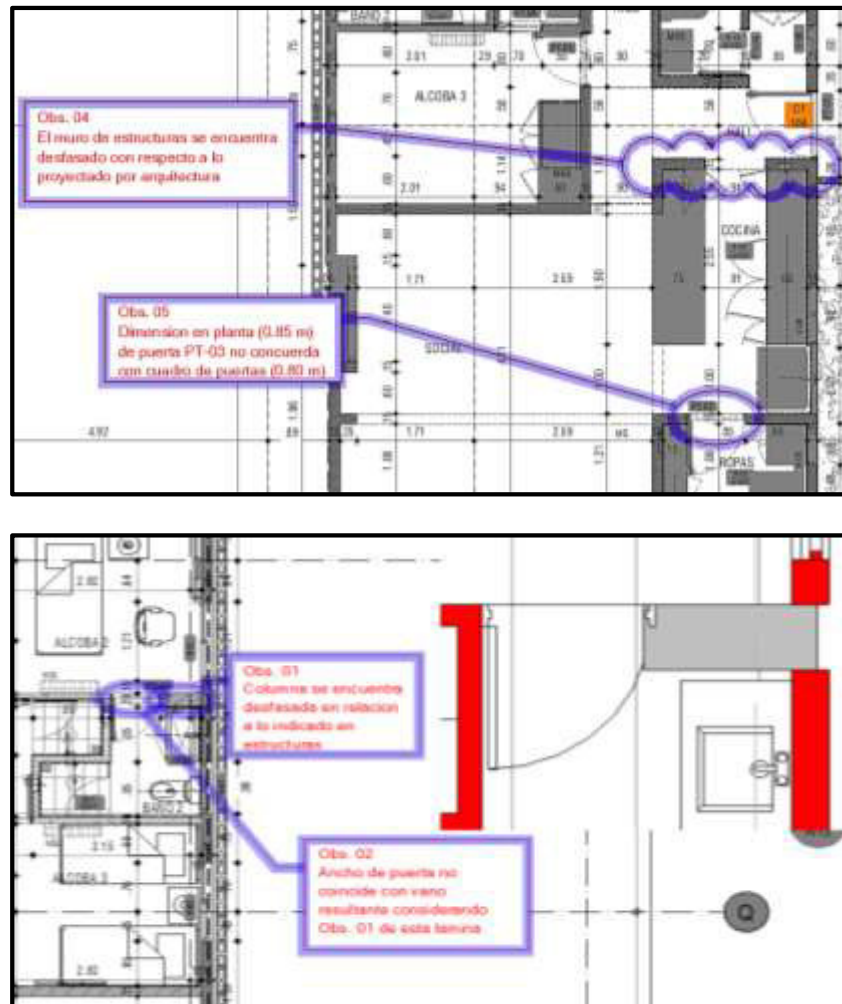


Figura 9: La aplicación de BIM permite la detección temprana de interferencias (Fuente propia).

- b) Obtención rápida de metrados. Un modelo 3D permite obtener directamente la cantidad de materiales más representativos de un presupuesto, esto se da gracias a que un modelo BIM posee información geométrica (longitud, área y volumen) y no geométrica (costo, material, modelo, etc.) de cada uno de los elementos que lo conforman.
- c) Mejor comprensión del proyecto. Los modelos BIM facilitan la comprensión de un proyecto.

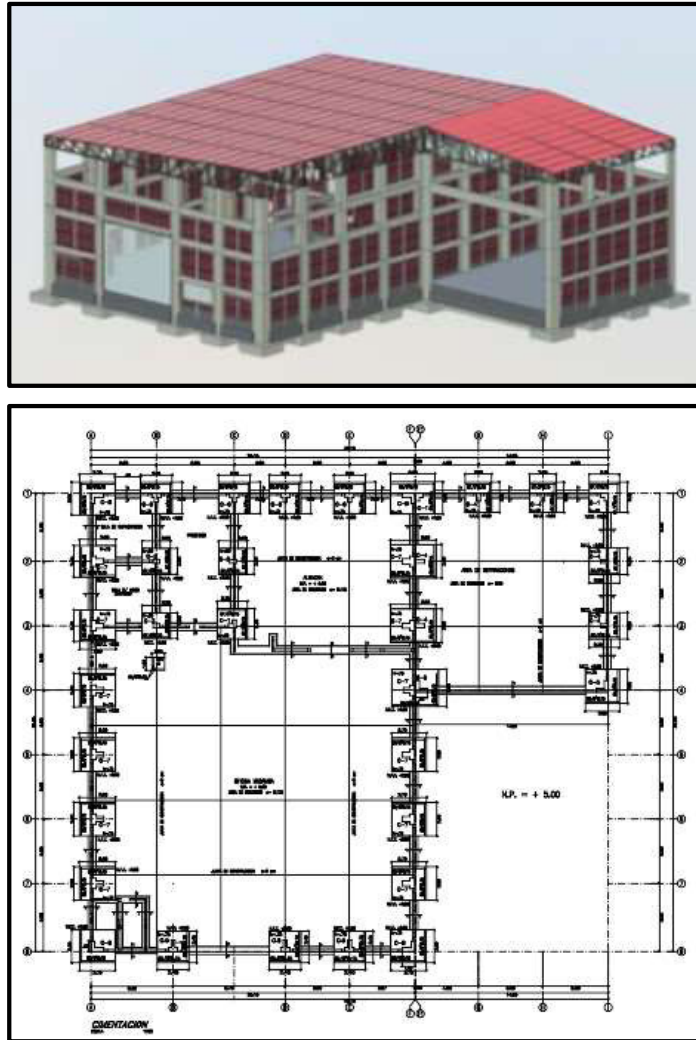


Figura 10: Mejor comprensión del proyecto (Fuente propia).

- d) Planificación del proceso constructivo del proyecto, 4D, requiere asociar el programa de actividades con elementos 3D del modelo, para así simular el procedimiento de construcción y mostrar cómo se vería la obra en cualquier intervalo del tiempo. “Esta simulación gráfica provee de un entendimiento notable de cómo la edificación será construida día a día, revelando fuentes de potenciales problemas y oportunidades de posibles mejoras (conflictos de espacio, de cuadrillas y equipamiento, problemas de seguridad, etc.)” (Saldias, 2010, p.55).

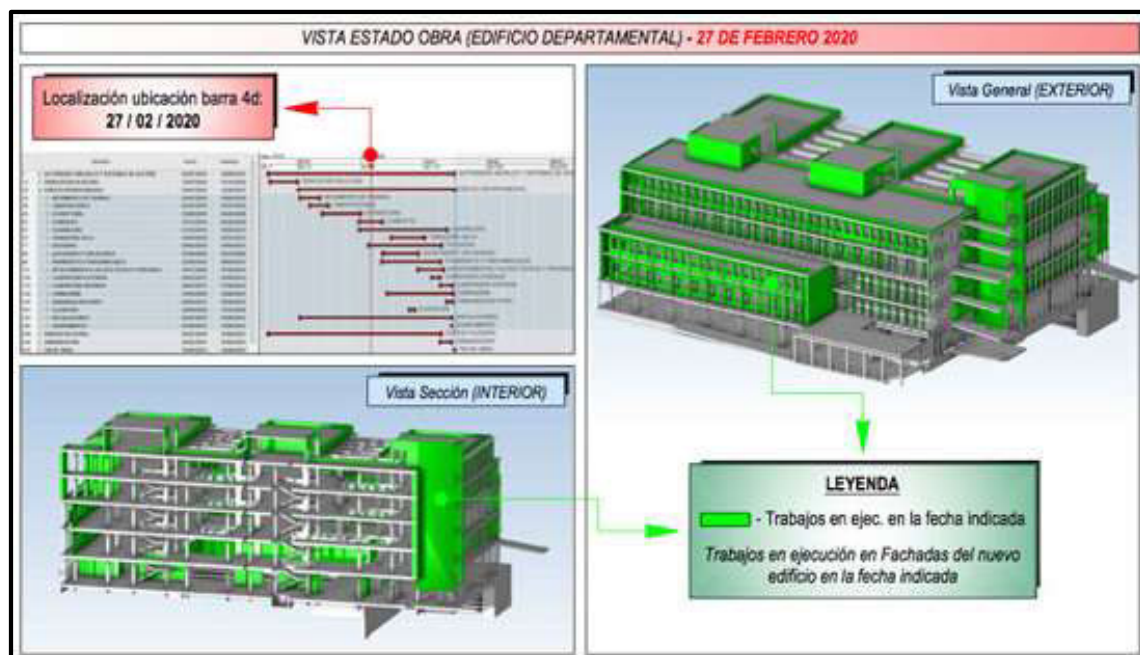


Figura 11: Planificación del proceso constructivo (Fuente: Arravan).

- e) Facilita el uso de componentes constructivos prefabricados, haciendo más eficiente la construcción. Si el modelo BIM generado de los elementos posee un nivel de detalle suficiente y se transfiere a un software para fabricación “virtual”, la “obtención automatizada de los elementos utilizando maquinarias especializadas es facilitada. Tal automatización es una práctica ya estándar en la elaboración de piezas de acero, concreto pretensado, reduciendo los costos y tiempos de estos” (Saldias, 2010, p.55).
- f) Facilita la comunicación y transparencia de la información, optimizando los flujos de trabajo y evitando las contraindicaciones entre las partes. Además, al tener toda la información en un único modelo se evitan posibles errores generados al tener diversas versiones del proyecto, coordinación entre las diversas especialidades involucradas en el proyecto.
- g) Optimiza la planificación de costos y plazos, lo que conlleva hacer más con menos. El modelo BIM completo y a un nivel de desarrollo adecuado permite extraer cantidades exactas para todos los objetos y materiales considerados en él. Estas cantidades con especificaciones permiten

comprar materiales de manera precisa; además apoyándose en un modelo 4D que contiene la planificación del proceso constructivo, se asegura realizar la adquisición de los mismos en el momento adecuado.

CAPITULO III : PROCEDIMIENTO

3.1. PRESENTACIÓN DE PROYECTOS A ESTUDIAR

La presente investigación se basa en la evaluación de dos proyectos multifamiliares, los cuales se han construido entre los años 2017 y 2019. Ambos proyectos se ubican en distritos de la llamada “Lima top”, que son distritos donde es más costoso comprar una vivienda, el precio promedio por metro cuadrado varía entre US\$1.895 y US\$2.697. Los distritos que pertenecen a este grupo son: Barranco, San Isidro, Miraflores, Santiago de Surco, San Borja, La Molina y Jesús María. Los dos proyectos fueron construidos por empresas del medio local:

- Proyecto uno, Edificio multifamiliar “Luxury”, se construyó de manera tradicional, diseño – licitación – construcción.
- Proyecto dos, Edificio multifamiliar “Raíz Mendiburu”, se construyó también bajo el mismo método de entrega, pero además aplicando la metodología BIM.

En ambos proyectos se identificarán los costos por compatibilización, el tiempo necesario para realizar la compatibilización, los costos por obras adicionales producto de los retrabajos y el tiempo adicional para efectuar las obras adicionales. Además, en el segundo proyecto se describirán las incompatibilidades identificadas con la metodología BIM.

3.1.1. Edificio multifamiliar “Luxury”

Este proyecto multifamiliar se encuentra en una zona privilegiada del distrito de Jesús María, jr. Luis N. Saenz N° 581, provincia y departamento de Lima. El proyecto contempla sobre el terreno una edificación de 7 pisos, además de un sótano y semisótano para los estacionamientos, cuartos de bombas y cisternas. El terreno cuenta con un área de 491.58 m² y un área total construida de 3229.03 m².

La obra comenzó a construirse el 20 de junio de 2017 y según contrato debía terminar 12 de abril de 2018.

Tabla 02: Detalle del presupuesto "Edificio Luxury" (Fuente: Promobras SAC).



PRESUPUESTO A TODO COSTO

PROYECTO LUXURY

Atención: Grupo Alliance

Dirección: Calle Luis N. Sáenz, 581, distrito de Jesús María

Precio en soles

ITEM	OBRAS	
1	PRESUPUESTO DE OBRAS PROVISIONALES	147,778.07
2	PRESUPUESTO DE SEGURIDAD	69,687.46
3	PRESUPUESTO DE ESTRUCTURAS	1,433,223.20
4	PRESUPUESTO DE ARQUITECTURA	1,558,689.26
5	PRESUPUESTO INSTALACIONES SANITARIAS	173,825.44
6	PRESUPUESTO INSTALACIONES ELECTRICAS	317,666.21
7	PRESUPUESTO INSTALACIONES MECANICAS	231,051.35
8	PRESUPUESTO SISTEMA CONTRA INCENDIO	108,274.83
9	PRESUPUESTO EQUIPAMIENTO	81,549.99
TOTAL PRESUPUESTOS S/.		4,121,745.81
GASTOS GENERALES		8.08% 333,183.93
UTILIDAD		5.00% 206,087.29
SUB TOTAL		4,661,017.03
IGV (18%)		838,983.07
TOTAL		5,500,000.09



Figura 12: Vista 3D(render) y 2D de la elevación del proyecto "Luxury" (Fuente: Promobras SAC).

3.1.2. Edificio multifamiliar “Raíz Mendiburu”

El proyecto “Edificio Multifamiliar Raíz Mendiburu”, de propiedad de la Inmobiliaria “Los Alerces S.A.C”, se encuentra ubicado en calle General Mendiburu N° 623 – 625 – 627 – 629, urbanización Santa Cruz, distrito de Miraflores, provincia y departamento de Lima. El proyecto consta de 3 sótanos, 1 semisótano habitable, 7 pisos de departamentos, 1 azotea con áreas comunes y huertos.

El terreno cuenta con un área de 750.10 m² y un área total construida de 5901.10 m².

La obra comenzó a construirse el 19 de julio de 2018 y según contrato culmina el 07 de septiembre de 2019.



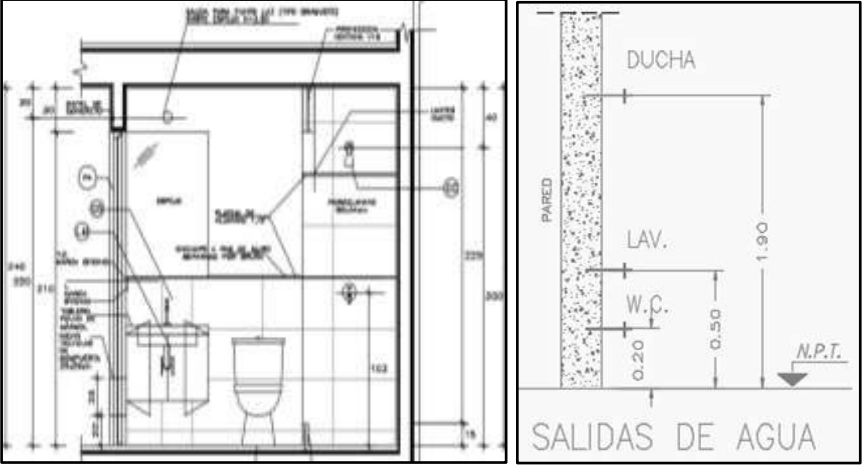
Figura 13: Vista 3D (render) y Modelo BIM de “Raíz Mendiburu” (Fuente: DCV consultores).

3.2. RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN

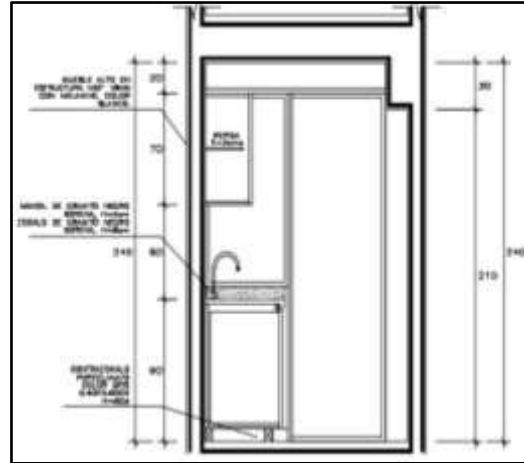
3.2.1. Edificio multifamiliar “Luxury”

En el transcurso de la ejecución de esta obra, hubo diversos cambios e incompatibilidades. A continuación, se muestra las incompatibilidades más recurrentes y significativas en costo y tiempo para el proyecto.

Tabla 03: Incompatibilidades significativas del Proyecto Luxury (Fuente propia).

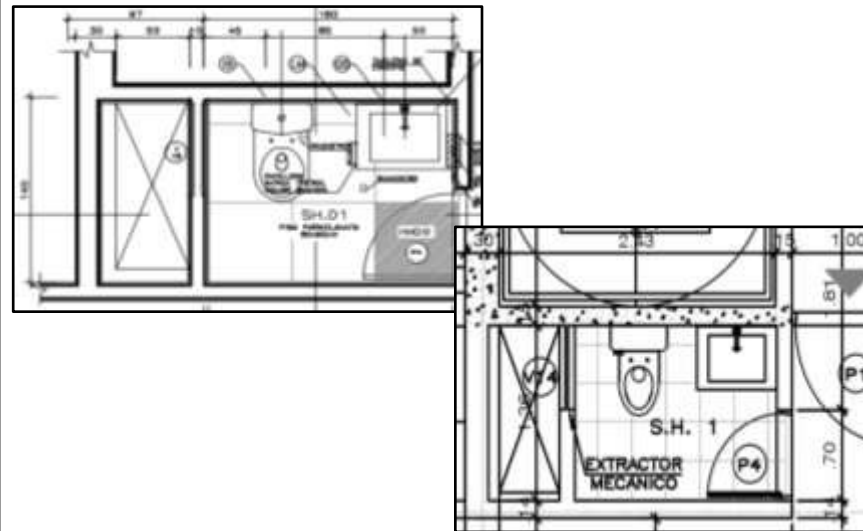
Consulta	Imagen de consulta	Respuesta
<p>INSTALACIONES SANITARIAS: No coincide lo indicado en plano de sanitarias con lo indicado en plano de detalle respecto a altura de llave de ducha, llaves verticales, nicho de válvula</p>		<p>Se respetarán las alturas indicadas en plano detalle de arquitectura.</p>

ALTURA DE MURETE: En plano de detalle no se indica si irá murete divisorio entre cocina y lavandería, y si va la altura de este.



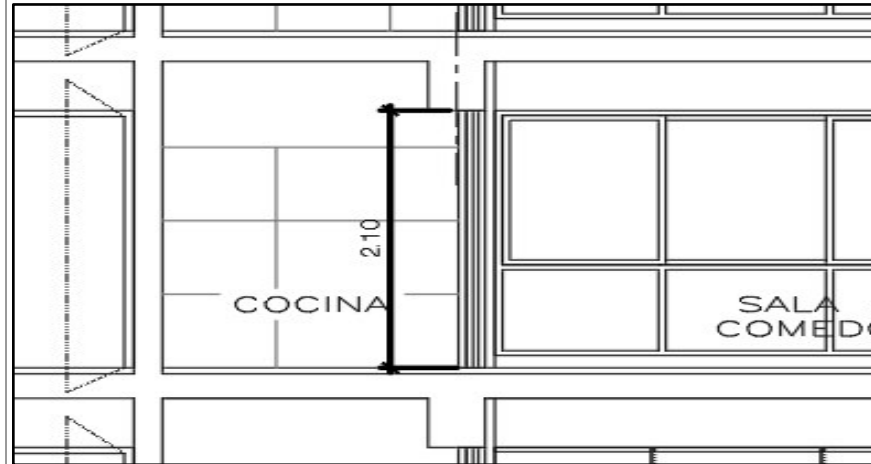
Se realizará murete de 0.07m de espesor, el largo de este estará a ras de acabado de mueble bajo (granito) y el alto coincidirá con el acabado del zócalo.

DIMENSIONES INTERIORES: Existe incompatibilidad entre lo indicado en arquitectura y en los planos de detalle respecto a las dimensiones de los ambientes interiores. Indicar si se respeta arquitectura o detalle.



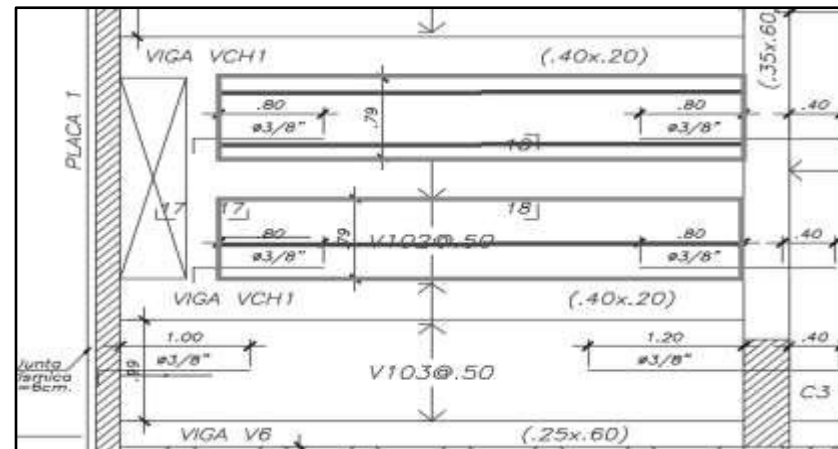
Respetar lo indicado en arquitectura, los muros tendrán un espesor de 0.14 m (se utilizarán ladrillos y no los sillico calcáreo de 0.10 m).

No se tiene una altura mínima de 2.10m desde el NPT hasta el Fondo de viga debido que se tarrajeará el fondo de viga.



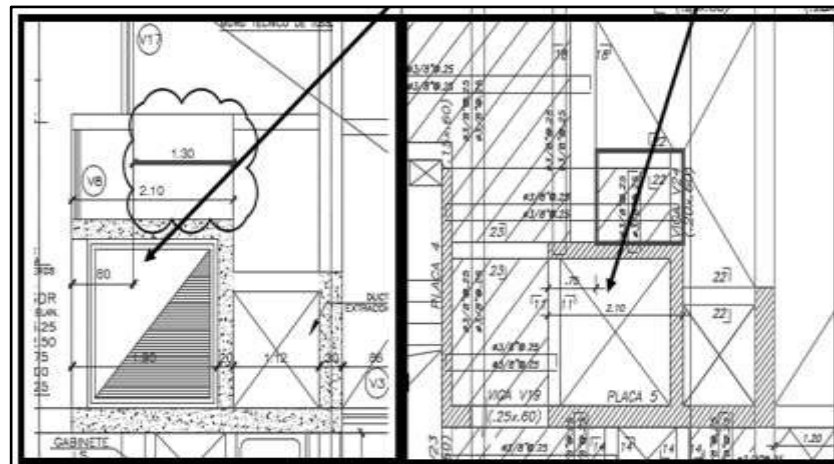
Se deberá subir 1 cm a toda la superestructura para cumplir con la altura libre mínima (2.10 m).

Las viguetas de los paños seleccionados de color celeste (losas de 20 cm), se apoyan en el corte 17-17 que es una viga chata, la cual tiene 4 fierros de $\frac{1}{2}$ ", las viguetas en líneas rojas son de mayor cuantía.



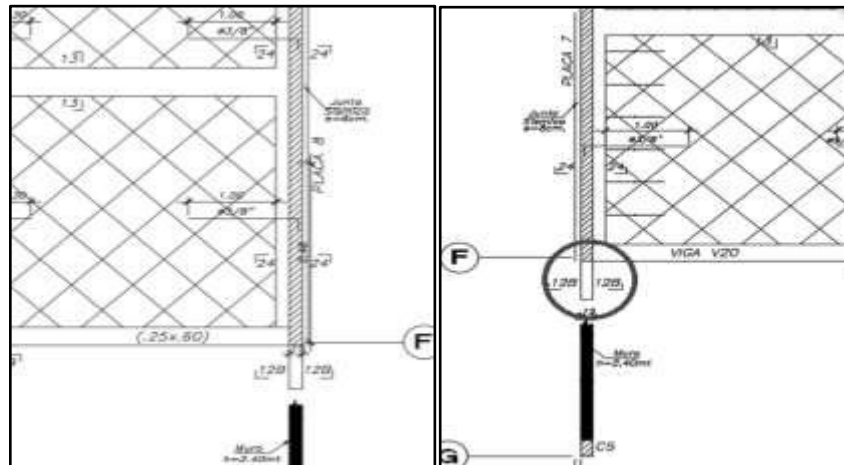
Se deberá aumentar la cuantía de la viga chata a 4 fierros de 5/8" para tener una mejor estabilidad estructural.

De acuerdo a arquitectura en la zona señalada, no hay ningún ambiente, pero en el plano de estructuras manda un techo de losa maciza quedando como un voladizo.



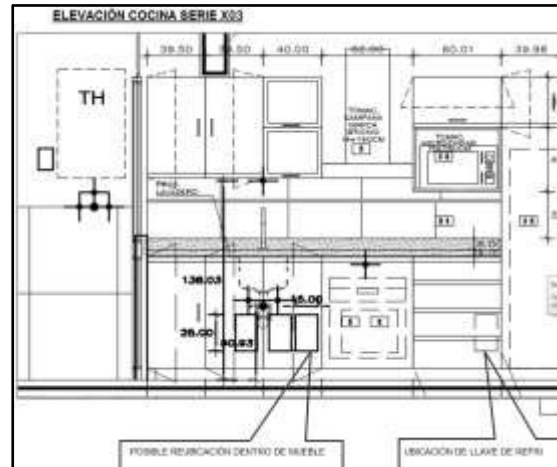
Se deberá colocar losa maciza como indica estructuras.

En el eje 1-1 y 6-6, corte 12B-12B se indica viga de espesor 0.15 m., ¿se colocará viga según plano o se continuará con placa de espesor 0.20 m que viene desde el sótano?



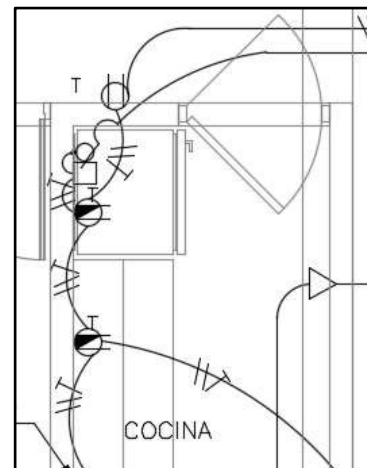
Se dará continuidad a la placa que viene desde el sótano.

VALVULA DE AGUA: La válvula de agua de la refrigeradora de los dptos. serie x03 cae dentro del mueble, pero en cajonera lo cual no es posible.



Reubicar válvula de agua a la izquierda del punto original.

REUBICACION DE TIMBRE EN DPTO TIPICO X03: Ubicación de timbre en muro de cocina



Se deberá reubicar timbre en muro, centrado entre mueble alto de cocina y viga.

El profesional a cargo de la compatibilización es un ingeniero civil sénior cuyo sueldo mensual es de S/. 8,000.00 soles mensuales. La compatibilización de la información se realizó en dos dimensiones (2D), llámese tradicional para efectos del estudio, por un periodo de tres días.

Tabla 04: Costos por compatibilización (Fuente: Promobras SAC).

Costo mensual	S/. 8,000.00
Costo por día	S/. 266.67
Días laborados	3
Costo total	S/. 800.00

En el siguiente cuadro se observa los montos adicionales producto de los cambios que se dieron en obra. Para mayor información ver Anexos (tablas 14, 15, 16 y 17).

Tabla 05: Adicionales de obra (Fuente: Promobras SAC).

ITEM	OBRA	MONTO CONTRACTUAL	%	MONTO ADICIONAL	%
1	Presupuesto de obras provisionales	S/. 147,778.07	4.00	S/. 0.00	-
2	Presupuesto de seguridad	S/. 69,687.46	2.00	S/. 0.00	-
3	Presupuesto de estructuras	S/. 1,433,223.20	35.00	S/. 6,871.58	10.92
4	Presupuesto de arquitectura	S/. 1,558,689.26	38.00	S/. 6,741.97	10.72
5	Presupuesto instalaciones sanitarias	S/. 173,825.44	4.00	S/. 7,510.38	11.94
6	Presupuesto instalaciones eléctricas	S/. 317,666.21	8.00	S/. 41,782.75	66.42
7	Presupuesto instalaciones mecánicas	S/. 231,051.35	6.00	S/. 0.00	-
8	Presupuesto sistema contra incendio	S/. 108,274.83	3.00	S/. 0.00	-
9	Presupuesto equipamiento	S/. 81,549.99	2.00	S/. 0.00	-
COSTO DIRECTO TOTAL		S/. 4,121,745.81		S/. 62,906.69	
GASTOS GENERALES		S/. 333,183.93		S/. 5,082.86	
UTILIDADES		S/. 206,087.29		S/. 3,145.33	
SUBTOTAL		S/. 4,661,017.03		S/. 71,134.89	
IGV		S/. 838,983.07		S/. 12,804.28	
TOTAL		S/. 5,500,000.00		S/. 83,939.16	

Además, se debe considerar un monto por penalidad debido al retraso que hubo en la entrega del proyecto. De acuerdo al contrato se pagó una penalidad de S/. 96,000.00 soles por los 48 días de retraso (S/. 2,000.00 soles por día), sin embargo, para el análisis de la presente investigación solo se considerarán 30 días de retraso; ya que solo estos fueron consecuencia de los retrabajos y tiempos de espera por las respuestas de los especialistas, producto de las incompatibilidades e interferencias que se encontraron durante la ejecución de la obra.

Tabla 06: Penalidad por retraso (Fuente: Promobras SAC).

Penalidad por día	S/. 2,000.00
Días	30
Penalidad total	S/. 60,000.00

Por otro lado, se solicitó los servicios de una empresa del medio local para estimar los tiempos y costos de compatibilización aplicando la metodología BIM en el proyecto “Luxury”.

Tabla 07: Tiempos y Costos de aplicar BIM - Luxury (Fuente: DCV Consultores).

CONSULTORÍA						
Ítem	Cant.	Unid.	Días	Descripción	P.U.	Total
1	3229.03	m ²	4	Arquitectura y Estructuras • Modelado Arquitectura y Estructuras • Reportes de RFI's • Actualización de Modelos	\$0.25	\$807.26
2	3229.03	m ²	4	MEP Redes Principales • Modelado Redes Principales • Reportes Inicial de Interferencias • Actualización de Modelos	\$0.25	\$807.26
3	3229.03	m ²	6	MEP Redes Secundarias • Modelado Redes Secundarias • Reportes Inicial de Interferencias • Actualización de Modelos • Reporte Final de Interferencias	\$0.25	\$807.26
4	16	Horas	2	Reuniones de Coordinación • A realizarse durante los ítems 1, 2 y 3 • Presentación y Cierre del proyecto • 4 horas por cada Reunión	\$50.00	\$800.00
5	3229.03	m ²	7	Actualización de Modelo a ND-300 • Actualización de Modelos MEP • Generación de Cuadros de Metrados de 29 Partidas BIM	\$0.25	\$807.26
TOTAL						\$4,029.03

Notas:

- El precio total en soles es de **S/. 13,054.06**, siendo el tipo de cambio de 3.24 a la fecha de inicio de ejecución del proyecto.
- Los precios no incluyen 18% de IGV.
- Los días están expresados en días laborables de 8 Horas.

3.2.2. Edificio multifamiliar “Mendiburu”

En el desarrollo de este proyecto, a diferencia del anterior, se adicionó una etapa denominada Construcción Virtual en la cual se coordinó digitalmente las especialidades para detectar colisiones, incompatibilidades, deficiencia en el diseño, y falta de información; para que así luego de ser estas solucionadas se generen un Modelo BIM el cual sea utilizado durante la etapa de ejecución del proyecto y permita una mejor comprensión de este por parte del staff, obtener planos As Built, metrados de manera rápida y precisa.

Para ello la inmobiliaria buscó los servicios de una empresa consultora, a la cual llamaremos empresa BIM, que ofrezca soluciones integrales en tecnología en las áreas de Diseño y Construcción Virtual basada en la estandarización de flujos de trabajo, procesos y procedimientos constructivos, Niveles de Desarrollo y Niveles de Detalle para el desarrollo de un Modelo BIM utilizando los diferentes productos Revit y Navisworks bajo una dinámica de trabajo interdisciplinaria y coordinada.

Es importante mencionar que el procedimiento de modelado debe reflejar los procesos constructivos que se realizan en obra ya que de esta manera se asegura que el modelo BIM generado sea útil para obtener metrados en la etapa constructiva. En la figura 14 se aprecia como un buen modelado nos permite calcular volúmenes de concreto de verticales y horizontales de manera independiente, tal como se requiere en obra.

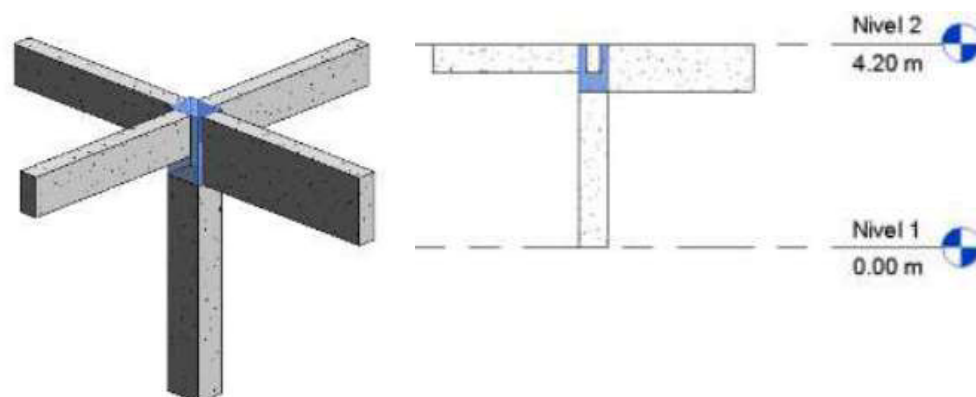


Figura 14: Construcción Virtual (Fuente propia).

El flujo de trabajo llevado a cabo en la etapa de Construcción Virtual se basó en las siguientes actividades:

a) Modelado BIM

Esta primera actividad consistió en el modelado de las diversas especialidades del proyecto en un LOD 200:

- ✓ Estructuras
- ✓ Arquitectura
- ✓ Instalaciones Sanitarias y Agua Contra Incendio
- ✓ Instalaciones Eléctricas
- ✓ Instalaciones de Comunicaciones y Seguridad Integral
- ✓ Instalaciones Mecánicas y de Gas

Una vez terminado el modelado de las diferentes especialidades se generaron reportes de interferencias entre los diferentes modelos y los sistemas contenidos en ellos que se hizo llegar a los proyectistas para que modificaran sus diseños de acuerdo a los conflictos documentados en el reporte inicial de interferencias. Luego de ello la información fue actualizada y compatibilizada en los diferentes Modelos BIM.

b) Sesiones ICE

Durante el proceso de modelado, se realizaron sesiones ICE (Ingeniería Concurrente Integrada), reuniones que contaron con la presencia del coordinador BIM y los proyectistas de las diferentes especialidades involucradas en el proyecto, en las que estos últimos coordinan para dar solución a las interferencias encontradas durante el modelado del proyecto.

Además de informar sobre las interferencias encontradas en el proyecto, el coordinador BIM se encargó de:

- Plantear alternativas de solución a las interferencias encontradas para que sean validadas por el especialista.

- “Verificar que los elementos a utilizar indicados en planos estén presentes en el mercado (espesores de ductos de extracción, accesorios sanitarios, tabiques divisorios, maquinarias como motobombas, grupo electrógeno, etc.)” (Saldías, 2010, p.66)

c) Actualización del Modelo a LOD 300

En esta fase, después de haberse solucionado las interferencias entre las diversas especialidades, se actualizaron los modelos para luego generar los reportes de metrados BIM de las diversas especialidades.

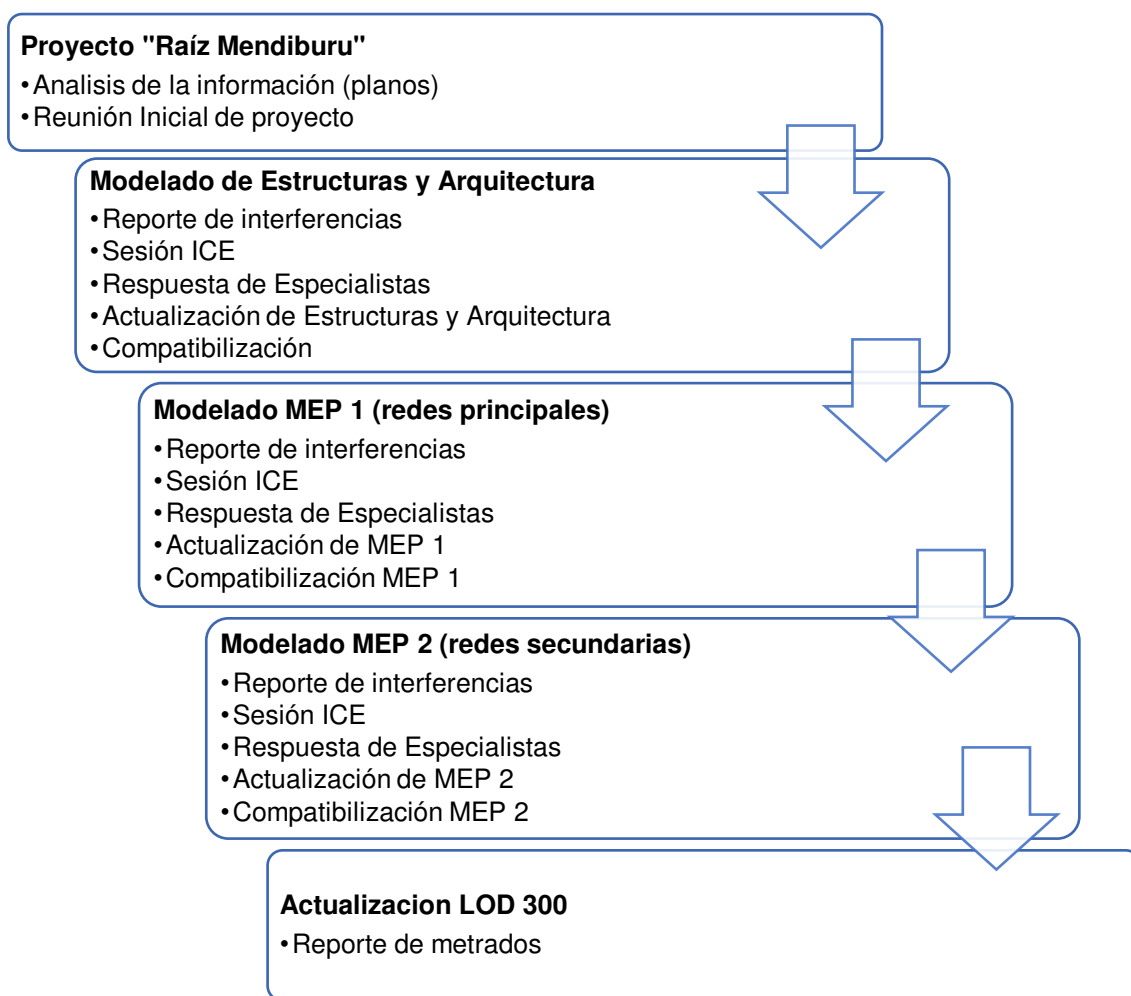


Figura 15: Flujo de Trabajo (Fuente propia).

A continuación, se muestran los tiempos y costos de aplicar la metodología BIM en el proyecto “Raíz Mendiburu” de acuerdo a los requerimientos del mismo.

Tabla 08: Tiempos y Costos de aplicar BIM - Mendiburu (Fuente: DCV Consultores).

CONSULTORÍA						
Ítem	Cant.	Unid.	Días	Descripción	P.U.	Total
1	6035	m ²	8	Arquitectura y Estructuras <ul style="list-style-type: none"> • Modelado de arquitectura y estructuras • Reportes de RFI's • Actualización de modelos 	\$0.25	\$1,508.75
2	6035	m ²	7	MEP Redes Principales <ul style="list-style-type: none"> • Modelado redes principales • Reportes inicial de interferencias • Actualización de modelos 	\$0.25	\$1,508.75
3	6035	m ²	11	MEP Redes Secundarias <ul style="list-style-type: none"> • Modelado redes secundarias • Reportes inicial de interferencias • Actualización de modelos • Reporte final de interferencias 	\$0.25	\$1,508.75
4	16	horas	2	Reuniones de Coordinación <ul style="list-style-type: none"> • A realizarse durante los ítems 1, 2 y 3 • Presentación y cierre del proyecto • Cuatro horas por cada reunión 	\$50.00	\$800.00
5	6035	m ²	13	Actualización de Modelo a ND-300 <ul style="list-style-type: none"> • Actualización de modelos MEP • Generación de cuadros de metrados de 29 partidas BIM. 	\$0.25	\$1,508.75
TOTAL						\$6,835.00

Notas:

- El precio total en soles es de **S/. 22,350.45**, siendo el tipo de cambio de 3.27 a la fecha del primer pago.
- Los precios no incluyen 18% de IGV.
- Los días están expresados en días laborables de 8 horas.

A continuación, tiempos de compatibilización al aplicar BIM

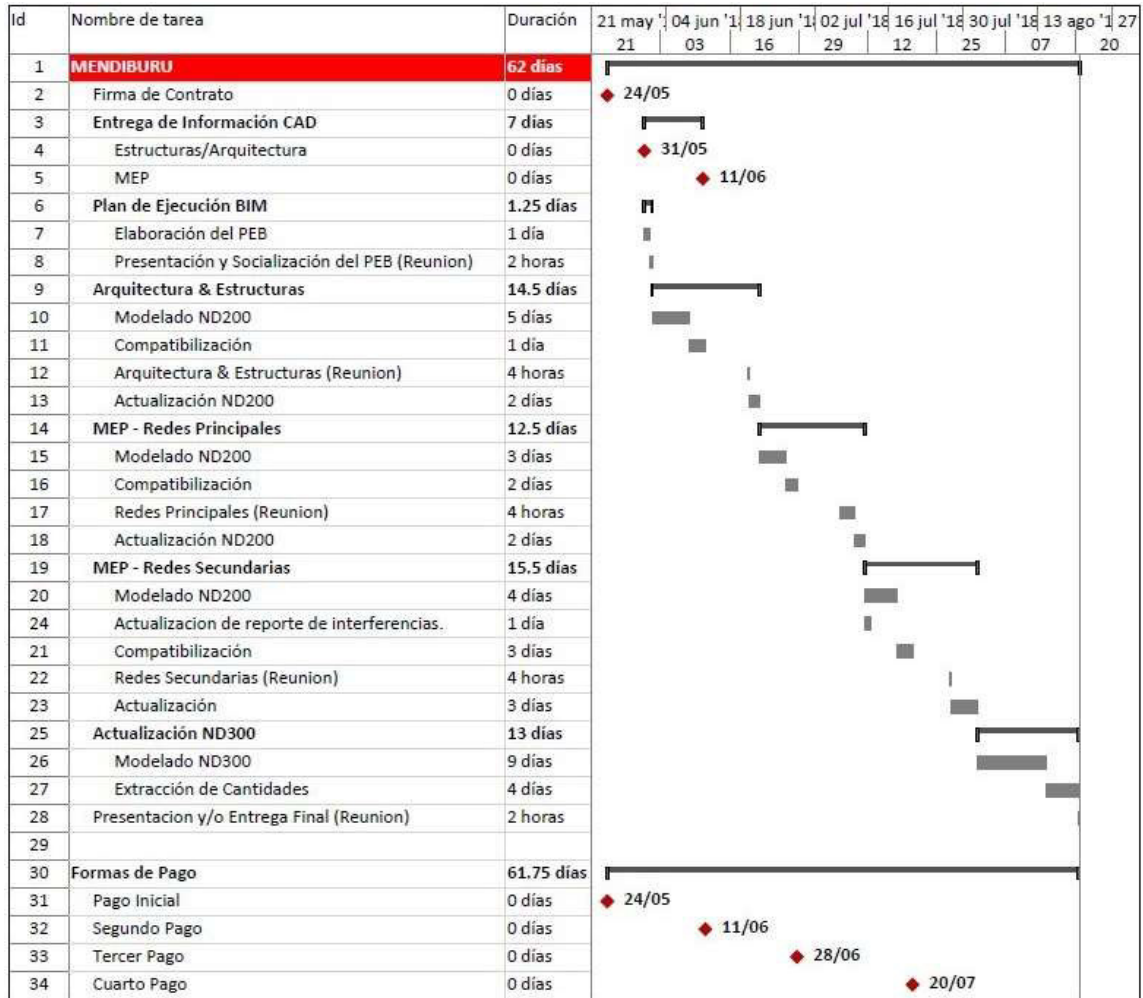


Figura 16: Tiempos de compatibilización BIM (Fuente propia).

CAPITULO IV : ANÁLISIS DE RESULTADOS

4.1. ANÁLISIS DE RESULTADOS

4.1.1. Edificio multifamiliar “Luxury”

4.1.1.1. Análisis para tiempos de compatibilización

Tabla 09: Análisis de tiempos de compatibilización (Fuente propia).

Compatibilización 2D	Compatibilización BIM	
Edificio “Luxury”	Edificio “Luxury”	Edificio “Mendiburu”
3 días	23 días	41 días

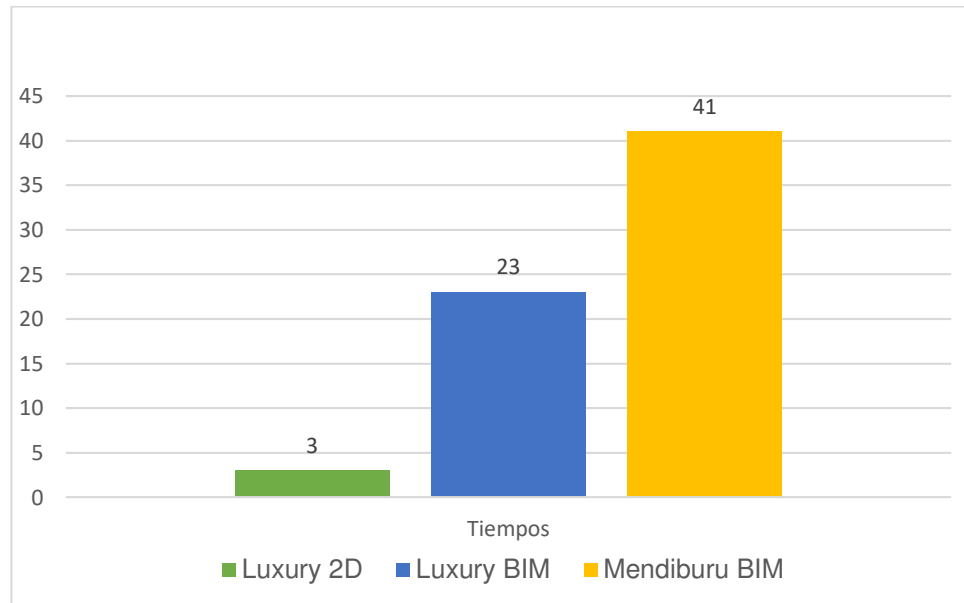


Figura 17: Análisis de tiempos de compatibilización (Fuente propia).

Como se observa en el gráfico anterior, el tiempo de compatibilización aplicando la metodología BIM es mayor al tiempo de compatibilización 2D para el mismo proyecto en siete veces más.

4.1.1.2. Análisis para costos de compatibilización

Tabla 10: Análisis de costos de compatibilización (Fuente propia).

Compatibilización 2D		Compatibilización BIM	
Edificio “Luxury”		Edificio “Luxury”	Edificio “Mendiburu”
S/. 800.00 soles		S/. 13,054.06 soles	S/. 22,350.45 soles

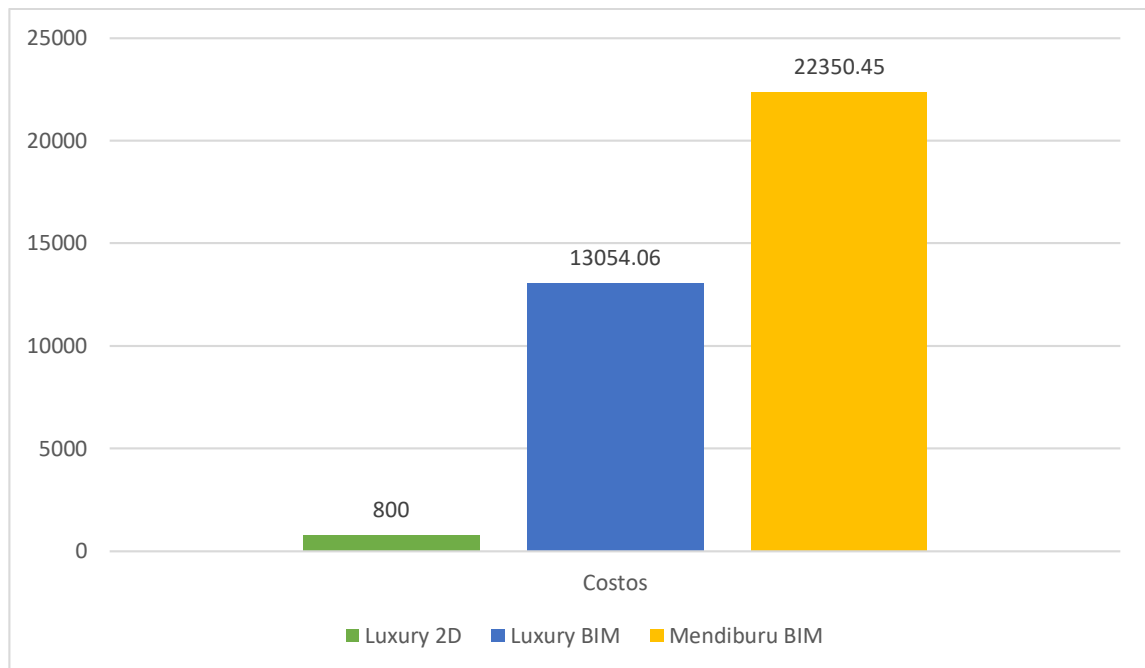


Figura 18: Análisis de costos de compatibilización (Fuente propia).

El gráfico anterior nos muestra que el costo de compatibilización aplicando la metodología BIM es mayor al costo de compatibilización 2D para el mismo proyecto.

La razón de un mayor tiempo y costo de compatibilización BIM se basa fundamentalmente en que bajo esta metodología se realiza la construcción virtual del edificio y las incompatibilidades e interferencias generadas como consecuencia del modelado se corrigen de manera inmediata con los proyectistas de las diferentes especialidades de manera colaborativa en las sesiones ICE.

4.1.1.3. Análisis de observaciones proyecto “Raíz Mendiburu”

Durante la construcción virtual se detectaron 92 observaciones que hubiesen sido perjudiciales en la etapa de ejecución del proyecto. A continuación, se muestra la tabla resumen de observaciones. Para mayor información ver Anexos (tablas del 18 al 25).

Tabla 11: Resumen de observaciones – “Raíz Mendiburu” (Fuente propia).

	Incompatibilidad	Falta de información	Error de diseño	Colisión
Estructuras	8	2	0	1
Arquitectura	16	2	1	7
Instalaciones Sanitarias	4	1	8	2
Agua Contra Incendio	0	0	2	1
Instalaciones Eléctricas	2	3	13	0
Instalaciones Mecánicas	2	3	1	0
Instalaciones de Gas	0	3	1	0
Comunicaciones y Seguridad Integral	3	3	3	0
TOTAL	35	17	29	11

Para efectos del análisis se está considerando como incompatibilidad a la contradicción de información dentro de una misma especialidad y como colisión al choque entre elementos de distintas especialidades detectadas durante la etapa de construcción virtual.

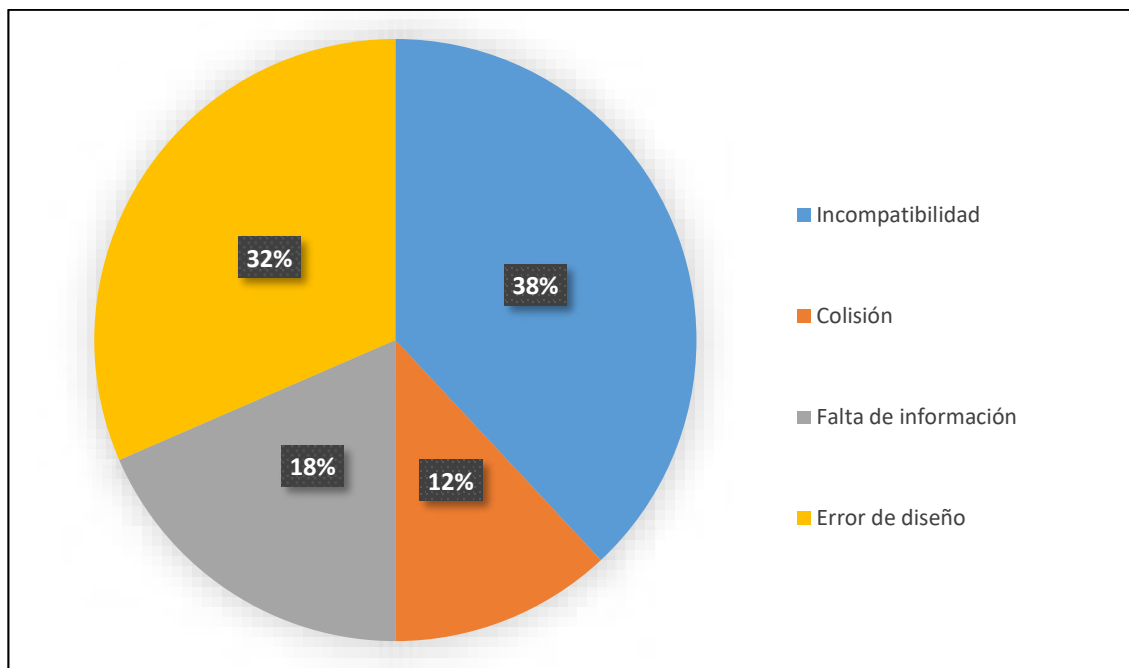


Figura 19: Porcentaje de observaciones según tipología (Fuente propia).

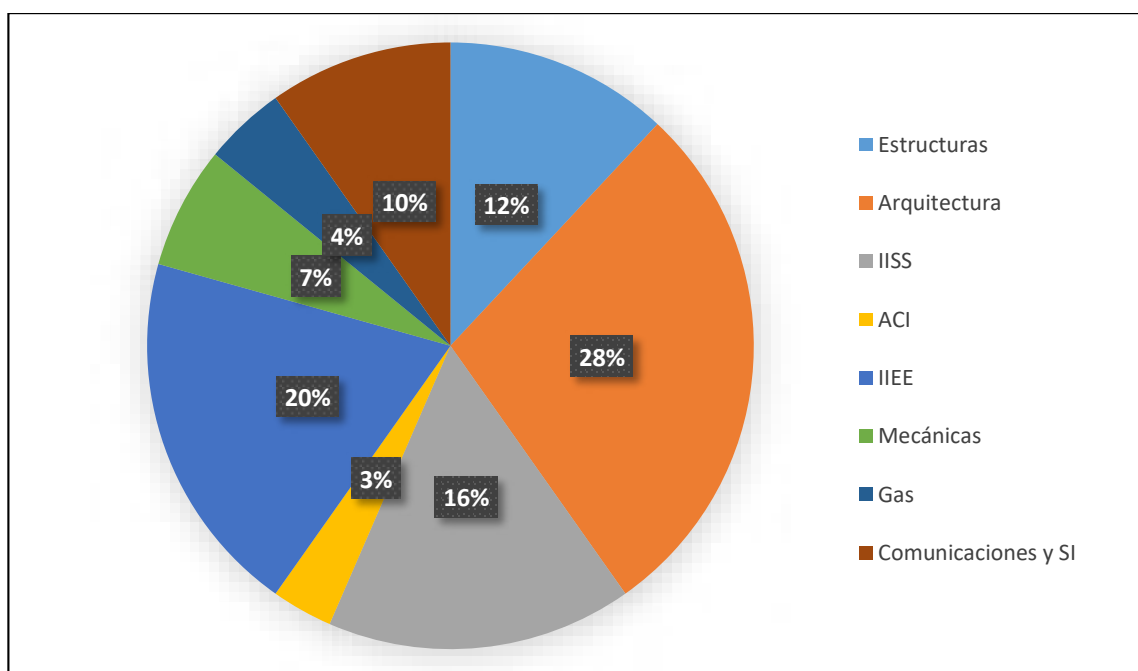


Figura 20: Porcentaje de observaciones según especialidad (Fuente propia).

El primer gráfico nos permite visualizar que existe un mayor porcentaje de observaciones de los tipos incompatibilidad y error de diseño; por otro lado, el segundo gráfico nos muestra que es en la especialidad de arquitectura donde se producen la mayor cantidad de estas observaciones.

Por otro lado, al término de la etapa de construcción virtual se realizó la integración de las distintas especialidades en un único modelo, llamado modelo maestro, para detectar interferencias. De este proceso se obtuvieron 80 interferencias. A continuación, se muestra la tabla resumen de observaciones. Para mayor información ver Anexos (tablas del 26 al 37).

Tabla 12: Resumen de interferencias –“Raíz Mendiburu” (Fuente propia).

Versus	Cantidad
Arquitectura VS Eléctricas	4
Arquitectura VS Estructuras	10
Arquitectura VS Gas	2
Arquitectura VS Sanitarias	5
Comunicaciones VS Eléctricas	1
Estructuras VS Eléctricas	3
Estructuras VS Gas	1
Estructuras VS Mecánicas	4
Estructuras VS Sanitarias	37
Contra incendio VS Eléctricas	1
Eléctricas VS Sanitarias	6
Mecánicas VS Sanitarias	6

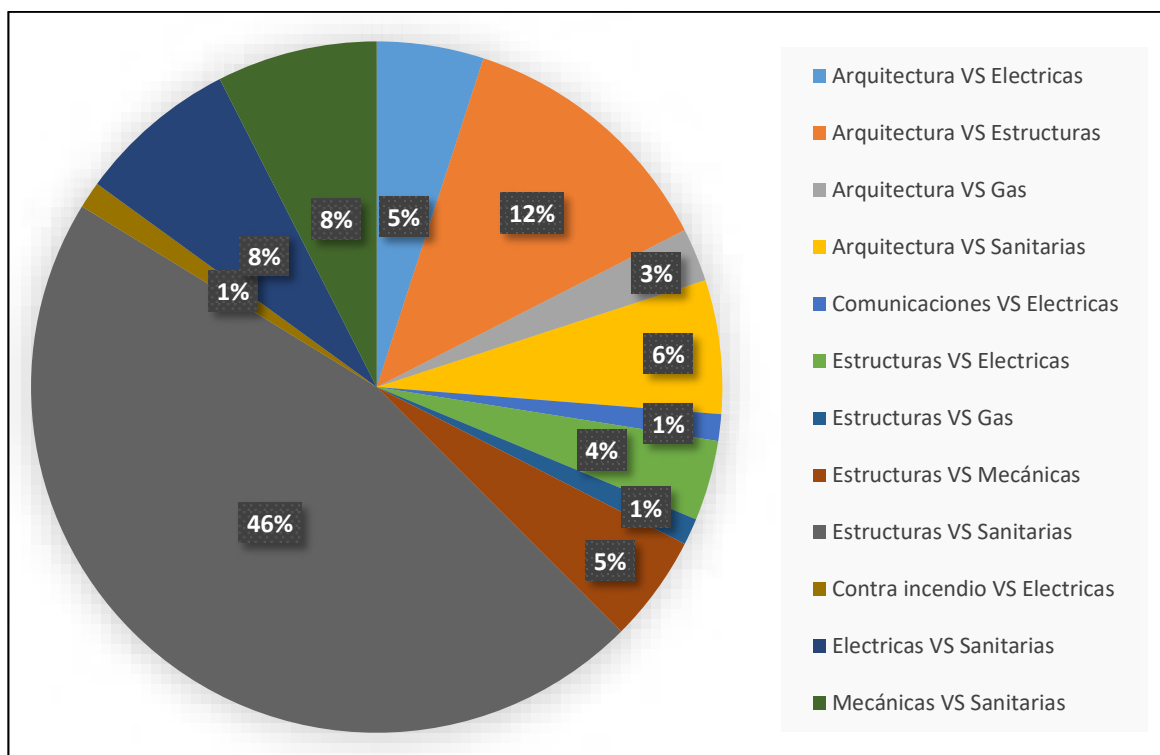


Figura 21: Porcentaje de observaciones según versus (Fuente propia).

El gráfico nos muestra que es entre las especialidades de estructuras e instalaciones sanitarias donde se producen la mayor cantidad de interferencias.

4.2. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

En esta sección presentaremos de manera conjunta los resultados obtenidos mediante un comparativo entre los dos proyectos.

Tabla 13: Cuadro comparativo de los proyectos analizados (Fuente propia).

	Metodología tradicional	Metodología BIM
	Luxury	Raíz Mendiburu
Ubicación	Jesús María	Miraflores
Año de ejecución	2017	2018
Área construida (m ²)	3229.03	5901.10
Presupuesto contractual de construcción (sin IGV)	S/4,611,017.03	S/6,688,777.15
Costo por m ² (sin IGV)	S/1,427.99	S/1,133.48
Costo total por adicionales de incompatibilidades e interferencias (sin IGV)	S/71,134.89	S/0.00
Porcentaje del costo total de adicionales respecto del presupuesto contractual	1.54%	0.00%
Costo de compatibilización	S/800.00	S/22,323.11
Costo total por adicionales + Costo por compatibilización	S/71,934.89	S/22,323.11
Porcentaje del costo total de adicionales y compatibilización respecto del presupuesto contractual	1.56%	0.33%
Diferencia entre el porcentaje del costo total de adicionales y compatibilización de proyectos "tradicionales" y "BIM".	1.23%	

CAPITULO V : CONCLUSIONES

Las conclusiones a las que se llegaron después de desarrollar esta investigación son las siguientes:

- ✓ Aplicar la metodología BIM en las etapas de diseño y ejecución de una obra multifamiliar sí es beneficioso. El resultado de aplicar BIM en la etapa de diseño nos permitió desarrollar un proyecto completo con estándares de calidad, libre de interferencias e incompatibilidades; y que al ser llevado a la etapa de ejecución nos asegura una obra sin adicionales y sin ampliaciones de plazo por retrabajos.
- ✓ Utilizar la metodología BIM permitió identificar las incompatibilidades, interferencias, falta de información e información errónea del proyecto Raíz Mendiburu antes de que este sea ejecutado; esto se logró mediante la construcción virtual del mismo teniendo en cuenta los flujos de trabajo y procesos constructivos. En el proyecto Raíz Mendiburu se identificaron un total de 92 observaciones de las cuales el 38 % fueron por incompatibilidades entre la misma especialidad, el 32 % fueron por error de diseño, el 18 % por falta de información no indicada en los planos y el 12 % restante por colisiones entre las distintas especialidades. De estas 92 observaciones, la especialidad de arquitectura es la que tuvo una mayor cantidad, 26 observaciones que representan el 38 % del total. También se detectaron 80 interferencias, de los cuales el 46 % fueron entre estructuras con instalaciones sanitarias.
- ✓ Los errores en la etapa de diseño del proyecto Luxury, ejecutado con el método tradicional, generaron un sobre costo de S/. 71,134.89 soles producto de adicionales y retrabajos realizados debido a las incompatibilidades, interferencias, errores de diseño y falta de información no identificadas en la fase de compatibilización, y que representan el 1.54 % del presupuesto contractual de dicho proyecto. De esta forma las utilidades de la empresa se redujeron un 34.52 %.
- ✓ Los errores en la etapa de diseño del proyecto Raíz Mendiburu, ejecutado con la metodología BIM, generaron un sobre costo de S/. 0.00 soles por

adicionales o retrabajos debido a incompatibilidades, interferencias, errores de diseño y falta de información, y que representaron el 0.00 % del presupuesto contractual de dicho proyecto.

- ✓ Los ahorros provenientes de la no ejecución de obras adicionales y retrabajos evitados al aplicar la metodología BIM representaron el 1.23 % del presupuesto contractual del proyecto Raíz Mendiburu, es decir S/. 82,026.20 soles. De esta forma se asegura que las utilidades de la empresa constructora no se vean afectadas debido a adicionales o retrabajos por incompatibilidades, interferencias, errores de diseño y falta de información. Este porcentaje en cifras puede variar entre miles o millones de soles porque está en función al costo del proyecto.
- ✓ El proceso de compatibilización del proyecto Luxury, bajo el método tradicional, afectó negativamente en el plazo de ejecución pues generó una demora en la entrega de la obra de 30 días debido a retrabajos y obras adicionales originados por una compatibilización 2D que no permitió identificar todas las deficiencias presentes en la documentación del proyecto. Esto se tradujo en una pérdida para la empresa de S/. 60,000.00 soles bajo el concepto de penalidad por retraso en la entrega de la obra. Por otro lado, la compatibilización del proyecto Raíz Mendiburu, que aplicó la metodología BIM, afecta positivamente en el plazo de ejecución pues permitió identificar y corregir las observaciones que presentaba el proyecto antes de que sea ejecutado.

CAPITULO VI : RECOMENDACIONES

Las recomendaciones que se pueden dar después de haber desarrollado esta investigación son las siguientes:

- ✓ Se recomienda aplicar la metodología BIM en la etapa de diseño a fin de identificar las posibles incompatibilidades entre las diferentes especialidades para así poder dar una solución temprana y evitar retrabajos y/o retrasos en la etapa de ejecución.
- ✓ Se recomienda aplicar la metodología BIM en la etapa de diseño pues al existir un único modelo central del proyecto al cual todos los especialistas tienen acceso, impulsa a éstos a trabajar de manera colaborativa y coordinada.
- ✓ Se recomienda aplicar la metodología BIM en la etapa de diseño ya que, ante cualquier cambio realizado, el modelo BIM modifica automáticamente los elementos involucrados (vistas en planta, cortes, elevaciones, etc.), evitando así incoherencias dentro del proyecto.
- ✓ Para obtener una pronta rentabilidad se recomienda aplicar la metodología BIM en la etapa de diseño y etapa de ejecución del proyecto, así como también en el área de presupuesto.
- ✓ Se recomienda aplicar la metodología BIM en la etapa de ejecución ya que, permite vincular la información del modelo 3D con las variables tiempo y costo para así poder llevar un mejor control de los recursos utilizados en obra y por ende un proceso de construcción eficiente.
- ✓ Se recomienda aplicar la metodología BIM en la etapa de ejecución pues al almacenar toda la información de las diferentes especialidades involucradas en un proyecto, se pueden acceder a ella de manera rápida y ordenada en una posterior etapa de operación y mantenimiento.
- ✓ Se recomienda aplicar la metodología BIM en la etapa de ejecución debido a que el modelo BIM de la edificación facilita la implementación del Lean Construction con sectorizaciones, control de avance, programaciones y control de recursos.

- ✓ Se recomienda sensibilizar al personal involucrado en el proyecto, esto permitirá un mayor compromiso por parte de ellos al reconocer los beneficios de la metodología BIM.
- ✓ Se recomienda incentivar a los proyectistas usar la metodología BIM para que sus proyectos y procesos sean los más idóneos y eficientes; y así agregar valor a sus clientes con proyectos bien desarrollados.
- ✓ Se recomienda capacitar al staff de obra, ya que al utilizar la metodología BIM no se asegura que no se produzcan retrabajos, pues si la mano de obra no está calificada se deberán repetir los trabajos hasta conseguir la calidad deseada.
- ✓ Se recomienda incentivar desde las universidades el uso de tecnologías de información con la finalidad de estar más preparados y tener una enseñanza al nivel de los países más desarrollados.

BIBLIOGRAFÍA

- Alcántara Rojas, Paul (2013). Metodología para minimizar las deficiencias de diseño basada en la construcción virtual usando tecnologías BIM. Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Ingeniería, Lima, Perú.
- Almonacid, Navarro & Rodas (2015). Propuesta de metodología para la implementación de la tecnología BIM en la empresa constructora e inmobiliaria "IJ Proyecta". Tesis de maestría, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, Lima, Perú.
- Bances Paolo & Falla Sherman (2015). La tecnología BIM para el mejoramiento de la eficiencia del proyecto multifamiliar "los claveles" en Trujillo-Perú. Tesis de pregrado, Universidad Privada Antenor Orrego, Trujillo, Lima.
- Cabrera Villa, Justo. (2016). Virtual Design and Construction (VDC): una nueva era en la construcción. Conexionesan. Recuperado de <https://www.esan.edu.pe/conexion/actualidad/2016/10/14/virtual-design-construction-vdc-nueva-era-construccion>
- Cámara Peruana de la Construcción. (2018). Informe económico de la construcción N° 17. Recuperado de http://www.excon.pe/iec/IEC17_0318.pdf
- Castillo Paredes, Juan (2015). Planificación 4D en la obra de edificación Villa Municipal Bolivariana Torre C-D, aplicando Softwares especializados BIM y parte de la herramienta Last Planner. Tesis de pregrado, Universidad Privada Antenor Orrego, Trujillo, Lima.
- Eyzaguirre Vela, Raúl (2015). Potenciando la capacidad de análisis y comunicación de los proyectos de construcción, mediante herramientas virtuales BIM 4D durante la etapa de planificación. Tesis de pregrado, Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima, Perú.
- El Peruano (2018). Decreto Legislativo N° 1444. Recuperado de <http://portal.osce.gob.pe/osce/sites/default/files/Documentos/legislacion/ley/DL%201444.pdf>

- Monfort Pitarch, Carla (2015). Impacto del BIM en la gestión del proyecto y la obra de arquitectura. Tesis de pregrado, Universidad Politécnica de Valencia, Valencia, España.
- Taboada, Alcántara, Lovera, Santos & Diego (2011). Detección de interferencias e incompatibilidades en el diseño de proyectos de edificaciones usando tecnologías BIM. Revista del Instituto de Investigaciones de la Facultad de Geología, Minas, Metalurgia y Ciencias Geográfica (UNMSM). 14(28).
- Saldias Silva, Rodolfo (2010). Estimación de los beneficios de realizar una coordinación digital de proyectos con tecnologías BIM. Tesis de pregrado, Universidad de Chile, Santiago, Chile.
- Sánchez Ortega, Agustín (2016). Blanca BIM y las 7 dimensiones. Espacio BIM. Recuperado de <https://www.espaciobim.com/bim-3d-4d-5d-6d-7d/>
- Sin autor (2018). Avances de la implementación BIM en la región. BIM Summit Perú. Recuperado de <http://bimsummit.pe/avances-de-la-implementacion-bim-en-la-region/>
- Sin autor (2018). Las 7 dimensiones del BIM y las razones para su dominio. Blog Structuralia. Recuperado de <https://blog.structuralia.com/las-7-dimensiones-del-bim-y-las-razones-para-su-dominio>

ANEXOS

Tabla 14: Tabla de costos adicionales de la especialidad de arquitectura “Luxury” (Fuente propia).

Ítem	Descripción	Nivel	Ubicación	Und.	Precio (S/.)	Parcial (S/.)
1	Se reubicó lavandería	Piso 1	Dpto. 102, 104-lavandería	1	224.00	224.00
2	Se adicionó escalera de gato tipo marinero	Azotea	Hall	1	400.00	400.00
3	Se adicionó escalera de gato en azotea	Azotea	Azotea	1	550.00	550.00
4	Se adiciona falso techo de drywall.	Piso 1	Recepción	5	200.00	1,000.00
5	Se adicionó tabique prefabricado	Sótano 1		1	850.00	850.00
6	Se adicionó falsa viga cortafuego prefabricada	Sótano 1		1	300.00	300.00
7	Se adicionó puertas para cajuelas de medidores de agua	Todos los pisos	Hall	7	120.00	840.00

8	Se adicionó puerta batiente de vidrio templado 10 mm	Sótanos	Dpto. 101 - dormitorio y sala	1.00	2,577.97	2,577.97
COSTO DIRECTO					S/.	6,741.97
IGV 18%					S/.	1,213.55
TOTAL PRESUPUESTO					S/.	7,955.52
<i>Son: siete mil novecientos cincuenta y cinco y 52/100 soles</i>						

Tabla 15: Tabla de costos adicionales de la especialidad de estructuras "Luxury" (Fuente propia).

Ítem	Descripción	Nivel	Ubicación	Ejes	Función	Und.	Precio (s/.)	Parcial (s/.)
1	Se adicionó placa de e=0.20 m	Piso 1	Estacionamiento	1-1 / 6-6	Se dio continuidad a placa que nace en sótanos	1	2,574.99	2,574.99
2	Se adicionó en 1 cm la altura de entrepiso	Superestructura	Todo		Se aumentó en 1cm la altura de las columnas para cumplir con la altura libre de 2.10 m.	7	613.8	4,296.60
COSTO DIRECTO							S/.	6,871.59
IGV 18%							S/.	1,236.89
TOTAL PRESUPUESTO							S/.	8,108.48
<i>Son: ocho mil ciento ocho y 48/100 soles</i>								

Tabla 16: Tabla de costos adicionales de la especialidad de instalaciones sanitarias “Luxury” (Fuente propia).

Ítem	Descripción	Nivel	Ubicación	Ejes	Función	Und.	Precio (s/.)	Parcial (s/.)
1	Se adicionó un entubado 3" de 9 metros lineales	Sótano 1	Estacionamiento	1,5/d, e	Conexión de los sumideros y registro hacia la rejilla de desagüe	1	152.56	152.56
2	Se adiciono sumidero de 2"	Sótano 1	Estacionamiento	1,5/d, e	Sumidero para las griferías en el estacionamiento	2	34.83	69.66
3	Se adiciono registro de 2"	Sótano 1	Estacionamiento	1,5/d, e	Registro para la grifería en el estacionamiento	1	36.51	36.51
4	Se adiciono montante de 3" - 6 metros lineales	Sótano 1	Estacionamiento	3/d	Conecta a la tubería colgada de desagüe a la tubería por el suelo de desagüe	1	104.28	104.28
5	Se adicionó montante de ventilación de 2"	Piso 1	Dpto. 102 - lavandería	3/d, e	Montante que inicia en la lavandería del depto.102 y sube hasta la losa del piso 7 conectándose al ducto	1	259.41	259.41
6	Se adicionó tramo y salida de agua fría para la refrigeradora	Piso 1	Dpto. 103 y 104 - cocina	3,5/c, d	Coordinación del adicional con el ing. Residente, también esta mencionado en protocolo de vaciado de losa	2	57.48	114.96
7	Reubicación de salida de amazonas y secadora	Piso 1	Dpto. 103 - lavandería	3/d	Se reubicó la salida de amazonas y secadora por modificación de puerta hacia la terraza	1	116.19	116.19

8	Reubicación de sumideros en ducha (aprox. 5cm)	Piso 1	Todos los dptos.- baño	2,6/b, e	Se reubicó de acuerdo al emplantillado de enchape.	4	34.83	139.32
9	Reubicación punto de 1/2" de la tina (5cm más de altura)	Piso 1	Todos los dptos.- baño	2,6/b, e	Se reubicó por cambio de modelo de tina	4	34.38	137.52
10	Reubicación de sumideros y registros de 2"(aprox. 30 a 40 cm)	Piso 1	Todos los dptos. - terraza	2,6/b, e	Se reubicó de acuerdo al emplantillado de enchape.	6	34.83	208.98
11	Reubicación de llave y punto de refrigeradora (1.50m)	Piso 1	Dpto. 103 - cocina	3/c, d	Se reubicó por el mueble de cocina	1	56.86	56.86
12	Reubicación de llave de refrigeradora	Piso 1	Dpto. 101 - cocina	1,5/d, d	Se reubicó por mueble de cocina (cajonera)	1	43.46	43.46
13	Reubicación de llave de refrigeradora (40cm)	Piso 1	Dpto. 102,104 - cocina	3,5/d, f	Se reubicó por el mueble de cocina	2	43.46	86.92
14	Se adicionó tramo y salida de agua	Piso 2	Dpto. 203 y 204 - cocina	3,5/c, d	Coordinación del adicional con el ing. Residente, también esta	2	57.48	114.96

	fría para la refrigeradora				mencionado en protocolo de vaciado de losa			
15	Cambio de mezcladora de tina a ducha	Piso 2	Dpto. 203 - baño	2/b, c	Cambio por el cliente	1	184.94	184.94
16	Reubicación de sumidero	Piso 2	Dpto. 203 - baño	2/b, c	Por motivo de cambio de mezcladora	1	34.83	34.83
17	Reubicación de mezcladora (2cm)	Piso 2	Dpto. 204 - baño	6/c	Se adicionó 2cm al ancho del muro	1	128.44	128.44
18	Reubicación de sumideros en ducha (aprox. 5cm)	Piso 2	Todos los dptos.- baño	2,6/b, e	Se reubicó de acuerdo al emplantillado de enchape.	4	34.83	139.32
19	Reubicación punto de 1/2" de la tina (5cm más de altura)	Piso 2	Dpto. 201,2012 ,204 - baño	2,6/b, e	Se reubicó por cambio de modelo de tina	3	34.38	103.14
20	Reubicación de sumideros y registros de 2"(aprox. 30 a 40 cm)	Piso 2	Dptos. 202 y 201 - terrazza	3,5/f	Se reubicó de acuerdo al emplantillado de enchape.	2	34.83	69.66
21	Reubicación de llave y punto de	Piso 2	Dpto. 203 - cocina	3/c, d	Se reubicó por el mueble de cocina	1	56.86	56.86

	refrigeradora (1.50m)							
22	Reubicación de llave de refrigeradora (40cm)	Piso 2	Dptos. 201,202,204 - cocina	3,5/d, f	Se reubicó por el mueble de cocina	3	43.46	130.38
23	Se adicionó tramo y salida de agua fría para la refrigeradora	Piso 3	Dpto. 303 y 304 - cocina	3,5/c, d	Coordinación del adicional con el ing. Residente, también esta mencionado en protocolo de vaciado de losa	2	57.48	114.96
24	Reubicación de mezcladora (2cm)	Piso 3	Dpto. 304 - baño	6/c	Se adicionó 2cm al ancho del muro	1	128.44	128.44
25	Reubicación de sumideros de ducha (aprox. 5cm)	Piso 3	Todos los dptos.- baño	2,6/b, e	Se reubicó de acuerdo al emplantillado de enchape.	4	34.83	139.32
26	Reubicación punto de 1/2" de la tina (5cm más de altura)	Piso 3	Todos los dptos.- baño	2,6/b, e	Se reubicó por cambio de modelo de tina	4	34.38	137.52
27	Reubicación de sumideros y registros de 2" (aprox. 30 a 40 cm)	Piso 3	Dptos. 302 y 301 - terraza	3,5/f	Se reubicó de acuerdo al emplantillado de enchape.	2	34.83	69.66

28	Reubicación de llave y punto de refrigeradora (1.50m)	Piso 3	Dpto. 303 - cocina	3/c, d	Se reubicó por el mueble de cocina	1	56.86	56.86
29	Reubicación de llave de refrigeradora (40cm)	Piso 3	Dptos.301,302,304 - cocina	3,5/d, f	Se reubicó por el mueble de cocina	1	43.46	43.46
30	Se adiciono tramo y salida de agua fría para la refrigeradora	Piso 4	Dpto. 403 y 404 - cocina	3,5/c, d	Coordinación del adicional con el ing. Residente, también esta mencionado en protocolo de vaciado de losa	2	57.48	114.96
31	Reubicación de mezcladora (2cm)	Piso 4	Dpto. 404 - baño	6/c	Se adicionó 2cm al ancho del muro	1	128.44	128.44
32	Reubicación de sumideros en ducha (aprox. 5cm)	Piso 4	Todos los dptos.- baño	2,6/b, e	Se reubicó de acuerdo al emplantillado de enchape.	4	34.83	139.32
33	Reubicación punto de 1/2" de la tina (5cm más de altura)	Piso 4	Todos los dptos.- baño	2,6/b, e	Se reubicó por cambio de modelo de tina	4	34.38	137.52
34	Reubicación de sumideros y registros de 2"	Piso 4	Dptos. 402 y 401 - terraza	3,5/f	Se reubicó de acuerdo al emplantillado de enchape.	2	34.83	69.66

	(aprox. 30 a 40 cm)							
35	Reubicación de llave y punto de refrigeradora (1.50m)	Piso 4	Dpto. 403 - cocina	3/c, d	Se reubicó por el mueble de cocina	1	56.86	56.86
36	Reubicación de llave de refrigeradora (40cm)	Piso 4	Dptos. 401,402,404 - cocina	3,5/d, f	Se reubicó por el mueble de cocina	3	43.46	130.38
37	Se adicionó tramo y salida de agua fría para la refrigeradora	Piso 5	Dpto. 503 y 504 - cocina	3,5/c, d	Coordinación del adicional con el ing. Residente, también esta mencionado en protocolo de vaciado de losa	2	57.48	114.96
38	Reubicación de sumideros en ducha (aprox. 5cm)	Piso 5	Todos los dptos.- baño	2,6/b, e	Se reubicó de acuerdo al emplantillado de enchape.	4	34.83	139.32
39	Reubicación punto de 1/2" de la tina (5cm más de altura)	Piso 5	Todos los dptos.- baño	2,6/b, e	Se reubicó por cambio de modelo de tina	4	34.38	137.52
40	Reubicación de sumideros y registros de 2"	Piso 5	Dptos. 502 y 501 - terraza	3,5/f	Se reubicó de acuerdo al emplantillado de enchape.	2	34.83	69.66

	(aprox. 30 a 40 cm)							
41	Reubicación de llave y punto de refrigeradora (1.50m)	Piso 5	Dpto. 503 - cocina	3/c, d	Se reubicó por el mueble de cocina	1	56.86	56.86
42	Reubicación de llave de refrigeradora (40cm)	Piso 5	Dptos.501,502,504 - cocina	3,5/d, f	Se reubicó por el mueble de cocina	3	43.46	130.38
43	Se adicionó tramo y salida de agua fría para la refrigeradora	Piso 6	Dpto. 603 y 604 - cocina	3,5/c, d	Coordinación del adicional con el ing. Residente, también esta mencionado en protocolo de vaciado de losa	2	57.48	114.96
44	Reubicación de sumideros en ducha (aprox. 5cm)	Piso 6	Todos los dptos.- baño	2,6/b, e	Se reubicó de acuerdo al emplantillado de enchape.	4	34.83	139.32
45	Reubicación punto de 1/2" de la tina (5cm más de altura)	Piso 6	Todos los dptos.- baño	2,6/e	Se reubicó por cambio de modelo de tina	4	34.38	137.52
46	Reubicación de sumideros y registros de 2"	Piso 6	Dptos. 602 y 601 - terraza	3,5/f	Se reubicó de acuerdo al emplantillado de enchape.	2	34.83	69.66

	(aprox. 30 a 40 cm)							
47	Reubicación de llave y punto de refrigeradora (1.50m)	Piso 6	Dpto. 603 - cocina	3/c, d	Se reubicó por el mueble de cocina	1	56.86	56.86
48	Reubicación de llave de refrigeradora (40cm)	Piso 6	Dptos. 601,602,604 - cocina	3,5/d, f	Se reubicó por el mueble de cocina	3	43.46	130.38
49	Se adicionó tramo y salida de agua fría para la refrigeradora	Piso 7	Dpto. 703 y 704 - cocina	3,5/c, d	Coordinación del adicional con el ing. Residente, también esta mencionado en protocolo de vaciado de losa	2	57.48	114.96
50	Reubicación de sumideros en ducha (aprox. 5cm)	Piso 7	Todos los dptos.- baño	2,6/b, e	Se reubicó de acuerdo al emplantillado de enchape.	4	34.83	139.32
51	Reubicación punto de 1/2" de la tina (5cm más de altura)	Piso 7	Todos los dptos.- baño	2,6/b, e	Se reubicó por cambio de modelo de tina	4	34.38	137.52
52	Reubicación de sumideros y registros de 2"	Piso 7	Dptos. 702 y 701 - terraza	3,5/f	Se reubicó de acuerdo al emplantillado de enchape.	2	34.83	69.66

	(aprox. 30 a 40 cm)							
53	Reubicación de llave y punto de refrigeradora (1.50m)	Piso 7	Dpto. 703 - cocina	3/c, d	Se reubicó por el mueble de cocina	1	56.86	56.86
54	Reubicación de llave refrigeradora (40cm)	Piso 7	Dptos. 701,702,704	3,5/d, f	Se reubicó por el mueble de cocina	3	43.46	130.38
55	Sistema de desagüe	Todos	General			1	475	475.00
56	Sistema de agua fría	Todos	General			1	1,132.76	1,132.76
COSTO DIRECTO							S/.	7,510.38
IGV 18%							S/.	1,351.87
TOTAL PRESUPUESTO							S/.	8,862.25
Son: ocho mil ochocientos sesenta y dos y 25/100 soles								

Tabla 17: Tabla de costos adicionales de la especialidad de instalaciones eléctricas “Luxury” (Fuente propia).

Ítem	Descripción	Nivel	Ubicación	Und.	Precio (s/.)	Parcial (s/.)
1	Se modificó salida para sirena estroboscópica	Sótano 1	Hall ascensor	1	62.13	62.13
2	Se modificó salida para sirena estroboscópica	Semisótano	Hall ascensor	1	62.13	62.13
3	Se adicionó dos puntos para braquetes	Semisótano	Depósitos 01 y 02	2	85.38	170.76
4	Se modificó salida para cámara	Semisótano	Hall ascensor	1	85.38	85.38
5	Se modificó salida de detector de humo	Semisótano	Hall ascensor	1	85.38	85.38
6	Se reubicó cuatro salidas de fuerza para puerta levadiza	Piso 1	Estacionamiento	4	68.75	275.00
7	Se modificó salidas de tomacorriente y fuerza en cocina	Piso 1	Dpto. 102 - cocina	2	57.48	114.96
8	Se acondicionó banco de medidores n° 02	Piso 1	Estacionamiento	1	215.42	215.42
9	Se reubicó 11 dicroicos ubicados en viga de concreto	Piso 1	Estacionamiento	11	85.38	939.18
10	Se reubicó tableros st1 y caci	Piso 1	Recepción	2	125	250.00

11	Se instaló dos nuevas cajas de pase	Piso 1	Recepción	2	34.83	69.66
12	Se modificó sistema de encendido de luminarias	Piso 1	Recepción y pórtico de ingreso	1	56.86	56.86
13	Se acondicionó tablero st1	Piso 1	Recepción y pórtico de ingreso	1	43.46	43.46
14	Se modificó salida de fuerza de lavadora y secadora	Piso 1	Dpto. 103 - lavandería	2	68.75	137.50
15	Se modificó salida de tomacorrientes de lavadora y secadora	Piso 1	Dpto. 103 - lavandería	2	63.18	126.36
16	Se reparó tuberías eléctricas en balcones	Piso 2	Dpto. 201 y 202 - balcones	2	49.66	99.32
17	Se modificó salida de tomacorrientes de lavadora y secadora	Piso 2	Dpto. 201, 202, 203 y 204 - lavandería	8	63.18	505.44
18	Se modificó salida de fuerza de terma, lavadora y secadora	Piso 2	Dpto. 201, 202, 203 y 204 - lavandería	12	68.75	825.00
19	Se adicionó salida de tomacorriente	Piso 2	Dpto. 203 - dormitorio	1	47.82	47.82
20	Se modificó salida de tomacorriente y tv	Piso 2	Dpto. 202	1	59.02	59.02
21	Se modificó salida de timbre	Piso 2	Dpto. 201, 202, 203 y 204 - cocina	4	100.55	402.20

22	Se modificó salida de interruptores	Piso 2	Dpto. 201, 202, 203 y 204 - cocina	4	85.00	340.00
23	Se modificó salida de interruptores	Piso 2	Dpto. 201, 202, 203 y 204 - sala, comedor, pasadizo y dormitorios	40	56.29	2251.60
24	Se modificó salida para sirena estroboscópica	Piso 2	Dpto. 201, 202, 203 y 204 - dormitorios	4	62.13	248.52
25	Se modificó salida para detector de humo y temperatura	Piso 2	Dpto. 201, 202, 203 y 204 - cocina	8	85.38	683.04
26	Se modificó centros de luz	Piso 2	Dpto. 201, 202, 203 y 204	20	52.64	1,052.80
23	Se reparó tuberías eléctricas en balcones	Piso 3	Dpto. 301 y 302 - balcones	2	49.66	99.32
24	Se modificó salida de tomacorrientes de lavadora y secadora	Piso 3	Dpto. 301, 302, 303 y 304 - lavandería	8	63.18	505.44
25	Se modificó salida de fuerza de terma, lavadora y secadora	Piso 3	Dpto. 301, 302, 303 y 304 - lavandería	12	68.75	825.00
26	Se adicionó salida de tomacorriente	Piso 3	Dpto. 303 - dormitorio	1	47.82	47.82
27	Se modificó salida de tomacorriente y tv	Piso 3	Dpto. 302	1	59.02	59.02
28	Se modificó salida de timbre	Piso 3	Dpto. 301, 302, 303 y 304 - cocina	4	100.55	402.20

29	Se modificó salida de interruptores	Piso 3	Depto. 301, 302, 303 y 304 - cocina	4	85	340.00
30	Se modificó salida de interruptores	Piso 3	Dpto. 301, 302, 303 y 304 - sala, comedor, pasadizos y dormitorios	40	56.29	2,251.60
31	Se modificó salida para sirena estroboscópica	Piso 3	Dpto. 301, 302, 303 y 304 - dormitorios	4	62.13	248.52
32	Se modificó salida para detector de humo y temperatura	Piso 3	Dpto. 301, 302, 303 y 304 - cocina	8	85.38	683.04
33	Se modificó centros de luz	Piso 3	Dpto. 301, 302, 303 y 304	20	52.64	1,052.80
34	Se reparó tuberías eléctricas en balcones	Piso 4	Dpto. 401 y 402 - balcones	2	49.66	99.32
35	Se modificó salida de tomacorrientes de lavadora y secadora	Piso 4	Dpto. 401, 402, 403 y 404 - lavandería	8	63.18	505.44
36	Se modificó salida de fuerza de terma, lavadora y secadora	Piso 4	Dpto. 401, 402, 403 y 404 - lavandería	12	68.75	825.00
37	Se adicionó salida de tomacorriente	Piso 4	Dpto. 403 - dormitorio	1	47.82	47.82
38	Se modificó salida de tomacorriente y tv	Piso 4	Dpto. 402	1	59.02	59.02
39	Se modificó salida de timbre	Piso 4	Dpto. 401, 402, 403 y 404 - cocina	4	100.55	402.20

40	Se modificó salida de interruptores	Piso 4	Dpto. 401, 402, 403 y 404 - cocina	4	85	340.00
41	Se modificó salida de interruptores	Piso 4	Dpto. 401, 402, 403 y 404 - sala, comedor, pasadizos y dormitorios	40	56.29	2,251.60
42	Se modificó salida para sirena estroboscópica	Piso 4	Dpto. 401, 402, 403 y 404 - dormitorios	4	62.13	248.52
43	Se modificó salida para detector de humo y temperatura	Piso 4	Dpto. 401, 402, 403 y 404 - cocina	8	85.38	683.04
44	Se modificó centros de luz	Piso 4	Dpto. 401, 402, 403 y 404	20	52.64	1,052.80
45	Se reparó tuberías eléctricas en balcones	Piso 5	Dpto. 501 y 502 - balcones	2	49.66	99.32
46	Se modificó salida de tomacorrientes de lavadora y secadora	Piso 5	Dpto. 501, 502, 503 y 504 - lavandería	8	63.18	505.44
47	Se modificó salida de fuerza de terma, lavadora y secadora	Piso 5	Dpto. 501, 502, 503 y 504 - lavandería	12	68.75	825.00
48	Se adicionó salida de tomacorriente	Piso 5	Dpto. 503 - dormitorio	1	47.82	47.82
49	Se modificó salida de tomacorriente y tv	Piso 5	Dpto. 502	1	59.02	59.02
50	Se modificó salida de timbre	Piso 5	Dpto. 501, 502, 503 y 504 - cocina	4	100.55	402.20

51	Se modificó salida de interruptores	Piso 5	Dpto. 501, 502, 503 y 504 - cocina	4	85	340.00
52	Se modificó salida de interruptores	Piso 5	Dpto. 501, 502, 503 y 504 - sala, comedor, pasadizos y dormitorios	40	56.29	2,251.60
53	Se modificó salida para sirena estroboscópica	Piso 5	Dpto. 501, 502, 503 y 504 - dormitorios	4	62.13	248.52
54	Se modificó salida para detector de humo y temperatura	Piso 5	Dpto. 501, 502, 503 y 504 - cocina	8	85.38	683.04
55	Se modificó centros de luz	Piso 5	Dpto. 501, 502, 503 y 504	20	52.64	1,052.80
56	Se reparó tuberías eléctricas en balcones	Piso 6	Dpto. 501 y 502 - balcones	2	49.66	99.32
57	Se modificó salida de tomacorrientes de lavadora y secadora	Piso 6	Dpto. 501, 502, 503 y 504 - lavandería	8	63.18	505.44
58	Se modificó salida de fuerza de terma, lavadora y secadora	Piso 6	Dpto. 501, 502, 503 y 504 - lavandería	12	68.75	825.00
59	Se adicionó salida de tomacorriente	Piso 6	Dpto. 503 - dormitorio	1	47.82	47.82
60	Se modificó salida de tomacorriente y tv	Piso 6	Dpto. 502	1	59.02	59.02
61	Se modificó salida de timbre	Piso 6	Dpto. 501, 502, 503 y 504 - cocina	4	100.55	402.20

62	Se modificó salida de interruptores	Piso 6	Dpto. 501, 502, 503 y 504 - cocina	4	85	340.00
63	Se modificó salida de interruptores	Piso 6	Dpto. 501, 502, 503 y 504 - sala, comedor, pasadizos y dormitorios	40	56.29	2,251.60
64	Se modificó salida para sirena estroboscópica	Piso 6	Dpto. 501, 502, 503 y 504 - dormitorios	4	62.13	248.52
65	Se modificó salida para detector de humo y temperatura	Piso 6	Dpto. 501, 502, 503 y 504 - cocina	8	85.38	683.04
66	Se modificó centros de luz	Piso 6	Dpto. 501, 502, 503 y 504	20	52.64	1,052.80
67	Se reparó tuberías eléctricas en balcones	Piso 7	Dpto. 501 y 502 - balcones	2	49.66	99.32
68	Se modificó salida de tomacorrientes de lavadora y secadora	Piso 7	Dpto. 501, 502, 503 y 504 - lavandería	8	63.18	505.44
69	Se modificó salida de fuerza de terma, lavadora y secadora	Piso 7	Dpto. 501, 502, 503 y 504 - lavandería	12	68.75	825.00
70	Se adicionó salida de tomacorriente	Piso 7	Dpto. 503 - dormitorio	1	47.82	47.82
71	Se modificó salida de tomacorriente y tv	Piso 7	Dpto. 502	1	59.02	59.02
72	Se modificó salida de timbre	Piso 7	Dpto. 501, 502, 503 y 504 - cocina	4	100.55	402.20

73	Se modificó salida de interruptores	Piso 7	Dpto. 501, 502, 503 y 504 - cocina	4	85	340.00
74	Se modificó salida de interruptores	Piso 7	Dpto. 501, 502, 503 y 504 - sala, comedor, pasadizos y dormitorios	40	56.29	2,251.60
75	Se modificó salida para sirena estroboscópica	Piso 7	Dpto. 501, 502, 503 y 504 - dormitorios	4	62.13	248.52
76	Se modificó salida para detector de humo y temperatura	Piso 7	Dpto. 501, 502, 503 y 504 - cocina	8	85.38	683.04
77	Se modificó centros de luz	Piso 7	Dpto. 501, 502, 503 y 504	20	52.64	1,052.80
COSTO DIRECTO					S/.	41,782.75
IGV 18%					S/.	7,520.90
TOTAL PRESUPUESTO					S/.	49,303.65
<i>Son: cuarenta y nueve mil trescientos tres y 65/100 soles</i>						

Tabla 18: Tabla de observaciones de la especialidad de arquitectura “Raíz Mendiburu” (Fuente propia).

N°	Plano / Ubicación	Descripción	Tipología
01	Planta Sótano 3	Dimensión de vano para puerta indicada en planta difiere con lo expresado en cuadro de puertas.	Incompatibilidad
02	Planta Sótano 3	Arquitectura proyecta muro estructural en zona de escalera, sin embargo, este elemento no ha sido considerado por estructuras.	Incompatibilidad
03	Planta Sótano 2	Dimensión de vano para puerta indicada en planta difiere con lo expresado en cuadro de puertas.	Incompatibilidad
04	Planta Sótano 2	Arquitectura proyecta muro estructural en zona de escalera, sin embargo, este elemento no ha sido considerado por estructuras.	Incompatibilidad
05	Planta Sótano 1	Dimensión de vano para puerta indicada en planta difiere con lo expresado en cuadro de puertas.	Incompatibilidad
06	Planta Sótano 1	Arquitectura proyecta muro estructural en zona de escalera, sin embargo, este elemento no ha sido considerado por estructuras.	Incompatibilidad
07	Planta Sótano 1	Dimensión de vano para puerta indicada en planta difiere con lo expresado en cuadro de puertas.	Incompatibilidad
08	Planta Semisótano	NPT de sala de estudio no coincide con lo expresado en corte E-E.	Incompatibilidad

09	Planta Semisótano	El vano de la ventana y el jardín colisionan, se propone que el alfeizar sea 0.35 m de las 3 ventanas para que se encuentren al mismo nivel. Así mismo cambiar las alturas de las ventanas a 1.75m para que estén alineadas a los vanos del mismo muro.	Colisión
10	Planta Semisótano	Cota de nivel de jardín terminado indica a -0.95 quedando a 0.20 m por encima de murete perimetral de jardín.	Incompatibilidad
11	Planta 1er Piso	Ventana en baño de recepción no tiene medidas indicadas.	Falta de información
12	Planta 1er Piso	Dimensiones de vanos de ventana en recepción no coincide con lo indicado en cuadro de ventanas.	Incompatibilidad
13	Planta 1er Piso-7mo piso	Ventanas de dormitorio sobre el eje E-E colisionan con viga.	Colisión
14	Planta 1er Piso	La ventana V21 colisiona con viga superior, se propone alfeizar de 0.40 m.	Colisión
15	Planta 1er Piso	Rampa indica pendiente de 10 % con inicio de NPT +0.00 y llegada también de NPT +0.00 en una longitud de 1.00 m.	Error de diseño
16	Planta 1er Piso	El muro de la lavandería en planta se muestra de 0.05 m, en el detalle del plano D-13 se menciona un muro arquitectónico de 0.15 m, se asume información de detalle.	Incompatibilidad
17	Planta 2do Piso	Ventanas V-19 y V-18 colisionan con vigas estructurales.	Colisión
18	Planta 2do Piso	Puerta ubicada sobre el eje A entre ejes 5 y 6 no tiene código para identificar en el cuadro de puertas.	Falta de información

19	Planta 2do Piso-7mo piso	La ventana V-5 colisiona con viga, se propone cambiar la altura a 1.85 m o disminuir alfeizar a 0.15 m. Lo mismo se repite hasta el piso 7.	Colisión
20	Planta 7mo Piso	Planta indica mesa de granito de ancho 0.70 m sin tabiques laterales, sin embargo, detalle de cocina indica ancho de mesa de 0.60 m y tabique de $e=0.15$ m.	Incompatibilidad
21	Planta Azotea	La ventana V-29 colisiona con puerta contigua y viga.	Colisión
22	Planta Azotea	Altura de parapetos del eje "B" difieren, se recomienda homogenizar.	Incompatibilidad
23	Planta Azotea	Mampara M-16 colisiona con viga.	Colisión
24	Detalle Baños	Detalle indica contrazocalo de $h=0.10$ m, sin embargo, plano indica contrazocalo de $h=0.18$ m.	Incompatibilidad
25	Detalle Sala de Estudio	Dimensiones de vanos de mampara M-18 no coincide con lo indicado en cuadro de vanos.	Incompatibilidad
26	Detalle Centros de Lavados	Detalle indica muro con $e=0.25$ m, sin embargo, planta indica muro de $e=0.20$ m.	Incompatibilidad

Tabla 19: Tabla de observaciones de la especialidad de estructuras “Raíz Mendiburu” (Fuente propia).

N°	Plano / Ubicación	Descripción	Tipología
01	Planta de cimentación	La poza de succión de cisterna colisiona con cimentación.	Incompatibilidad
02	Planta de cimentación	La especialidad de estructuras no considera canal o batea para cámara de bombeo.	Incompatibilidad
03	Planta de cimentación	Zapata Z-1 entre ejes 'F' y '6' colisiona con muros de cisterna.	Colisión
04	Encofrado 1er nivel	Dimensiones de columna C5 en planta no coincide con lo indicado en cuadro de columnas.	Incompatibilidad
05	Encofrado 3er nivel	Cota indicada de losa estructural es de -1.55, la cual difiere de arquitectura, además solo se tendría una altura de 1.64m con respecto a la rampa.	Incompatibilidad
06	Encofrado 3er nivel	Según detalle de viga V-311 ubicada en eje C entre ejes 1 y 3, la cota superior es de -1.39 con lo cual no se tiene una continuidad con la rampa.	Incompatibilidad
07	Encofrado 4to nivel	Planta indica viga tipo V-406-A de 0.25 x 0.60 m, sin embargo, detalle de viga indica viga de 0.25 x 0.50 m.	Incompatibilidad
08	Encofrado 4to nivel	Según el detalle de la viga XXVII y el plano actual, la viga tiene un ancho de 0.94 m, sin embargo, en el detalle el ancho es de 1.15 m.	Incompatibilidad
09	Encofrado 5to nivel	Planta indica cartela en vigas, elemento del cual no se tiene detalle.	Falta de información

10	Encofrado 5to nivel	Corte D-D de arquitectura muestra viga de 0.25 x 0.50 m con sardinel, elementos que no son considerados por la especialidad de estructuras.	Incompatibilidad
11	Encofrado 6to, 7mo, 8vo, 9no, 10mo, 11vo, 12vo nivel	No se tiene indicado resistencia del concreto para losas.	Falta de información

Tabla 20: Tabla de observaciones de la especialidad de instalaciones sanitarias “Raíz Mendiburu” (Fuente propia).

N°	Plano / Ubicación	Descripción	Tipología
01	Cisternas y cuarto de bombas	Diámetros de tuberías indicadas en planta no coinciden con lo indicado en el detalle.	Incompatibilidad
02	Cisternas y cuarto de bombas	No se tiene detalle de tanque hidroneumático tipo membrana.	Falta de información
03	Cisternas y cuarto de bombas	Desplazamiento de cámara de bombeo genera problemas de instalación para tubería de impulsión de la misma cámara.	Error de diseño
04	Desagüe Sótano 3	Tuberías de 4" cruzan cimiento corrido de 1.00 x 0.70 m.	Colisión
05	Desagüe Semisótano	No hay espacio necesario para colocar los accesorios señalados.	Error de diseño
06	Desagüe Semisótano	Tubería de desagüe colisiona con viga peraltada.	Colisión
07	Desagüe Semisótano	No hay espacio necesario para colocar registro de 4" indicado en planta.	Incompatibilidad
08	Desagüe Semisótano	Salida para inodoro queda a 0.41 m y no a 0.30 m como indica detalle debido a la posición de los accesorios.	Error de diseño

09	Desagüe 1er Piso - 7mo	Tubería de desagüe no se conecta con la montante debido a la distribución de esta.	Error de diseño
10	Desagüe 1er Piso - 7mo	Tubería que alimenta el desagüe del lavadero se encuentra fuera de la pared.	Error de diseño
11	Desagüe 1er Piso - 7mo	Se tiene espacio muy reducido para la correcta colocación de los accesorios que se indican en plano.	Error de diseño
12	Desagüe 1er Piso - 7mo	Accesorio queda fuera de la losa.	Error de diseño
13	Desagüe 1er Piso - 7mo	Tubería de ventilación queda expuesta según lo indicado en plano.	Incompatibilidad
14	Desagüe Azotea	No hay espacio suficiente para colocar los accesorios que conectan a la red de ventilación.	Error de diseño
15	Montante Desagüe Ventilación	Plano indica diámetro de M1 de 3", sin embargo, planta indica 4".	Incompatibilidad

Tabla 21: Tabla de observaciones de la especialidad de agua contra incendio “Raíz Mendiburu” (Fuente propia).

N°	Plano / Ubicación	Descripción	Tipología
01	ACI Azotea	Ancho de Gabinete Contra Incendio (0.80 m) sobrepasa largo de muro (0.45 m) sobre el cual va adosado.	Error de diseño
02	ACI 1er - 7mo Piso	Tubería colisiona con viga.	Colisión
03	ACI Sótano 3	Tubería de la red principal, que pasa por debajo de viga peraltada, queda a 2.06 m SNPT.	Error de diseño

Tabla 22: Tabla de observaciones de la especialidad de instalaciones eléctricas “Raíz Mendiburu” (Fuente propia).

N°	Plano / Ubicación	Descripción	Tipología
01	Fuerza y Tomacorrientes Sótano 3	No se tiene las dimensiones de la caja de pase.	Falta de información
02	Fuerza y Tomacorrientes Sótano 2	Según plano la tubería EMT de 100 mm baja por placa estructural.	Error de diseño
03	Fuerza y Tomacorrientes Sótano 2	Plano indica tomacorriente en zona donde no existe muro.	Error de diseño
04	Fuerza y Tomacorrientes Sótano 1	Bandeja eléctrica de 750 x 150 mm colocada a fondo de viga deja una altura libre de 2.05 m.	Error de diseño
05	Fuerza y Tomacorrientes Sótano 1	Según leyenda, la luz de emergencia debe colocarse a 2.50 m, no obstante, a esta altura colisiona con viga peraltada.	Error de diseño
06	Fuerza y Tomacorrientes Sótano 1	El número de tuberías que suben no coincide con el número de tuberías que bajan del siguiente nivel.	Incompatibilidad
07	Fuerza y Tomacorrientes Semisótano	Planta indica tomacorriente en falso muro el cual no es considerado por arquitectura.	Incompatibilidad
08	Fuerza y Tomacorrientes Semisótano	Planta indica tomacorriente sobre mampara.	Error de diseño
09	Fuerza y Tomacorrientes Semisótano	Planta indica tomacorrientes a 1.20 m, lo cual genera que colisionen con ventana.	Error de diseño
10	Fuerza y Tomacorrientes Semisótano	No se tiene detalle del banco de medidores.	Falta de información
11	Alumbrado Semisótano	Planta no considera alumbrado para baño.	Error de diseño
12	Fuerza y Tomacorrientes 2do Piso	Planta indica tomacorriente en falso muro el cual no es considerado por arquitectura.	Error de diseño
13	Fuerza y Tomacorrientes 2do Piso	Planta indica tomacorrientes a 1.20 m, lo cual genera que colisionen con ventana.	Error de diseño

14	Fuerza y Tomacorrientes 2do Piso	No se identifica simbología en leyenda.	Falta de información
15	Alumbrado Azotea	Según leyenda se debe colocar luminarias empotradas en pared, sin embargo, ni arquitectura ni estructuras proyectan muro	Error de diseño
16	Alumbrado Sótano 1	Haz de luz de luminarias quedan afectadas por bandeja eléctrica.	Error de diseño
17	Alumbrado 1er Piso	Según leyenda se debe colocar luminarias empotradas en pared, sin embargo, ni arquitectura ni estructuras proyectan muro.	Error de diseño
18	Alumbrado Azotea	Según leyenda se debe colocar luminaria empotrada en pared a 2.20 m, sin embargo, arquitectura considera parapetos de h=1.10 m.	Error de diseño

Tabla 23: Tabla de observaciones de la especialidad de instalaciones mecánicas “Raíz Mendiburu” (Fuente propia).

N°	Plano / Ubicación	Descripción	Tipología
01	Mecánicas Piso 2	Las medidas del ducto arquitectónico no coinciden con mecánicas. Se repite en todos los pisos superiores.	Incompatibilidad
02	Mecánicas Sótano 2	Arquitectura no considera ducto para inyección de aire.	Incompatibilidad
03	Mecánicas Sótano 2	No se tiene dimensiones del ducto. Se asume dimensiones de acuerdo al plano de semisótano.	Falta de información
04	Mecánicas Sótano 3	No se indica altura para la rejilla de extracción. Se asume altura de acuerdo a esquema de ductos en vestíbulo previo.	Falta de información
05	Mecánicas Sótano 3	No se indica altura para la rejilla de inyección. Se asume altura a fondo de viga.	Falta de información

06	Mecánicas Piso 1	Ductos de aire están colisionando con puerta que da acceso a escalera.	Error de diseño
----	------------------	--	-----------------

Tabla 24: Tabla de observaciones de la especialidad de instalaciones de gas “Raíz Mendiburu” (Fuente propia).

N°	Plano / Ubicación	Descripción	Tipología
01	Gas Semisótano	No se indica altura de la válvula para todos los pisos.	Falta de información
02	Gas Detalles típicos	No se tiene dimensiones de ducto de trampa de humo en baños.	Falta de información
03	Gas Isométrico Distribución externa	No se indica si tubería de llenado de gas va adosada o empotrada en pared.	Falta de información
04	Gas Isométrico Distribución interna	Longitud vertical de tubería indicada en plano no permite que esta llegue hasta la losa para luego ir empotrada en ella.	Error de diseño

Tabla 25: Tabla de observaciones de la especialidad de instalaciones de comunicaciones y seguridad integral “Raíz Mendiburu”
(Fuente propia).

N°	Plano / Ubicación	Descripción	Tipología
01	Comunicaciones Piso 1	No se tiene muro arquitectónico para ubicar central de comunicaciones y teléfono a la altura indicada.	Incompatibilidad
02	Seguridad Integral Cuarto de bombas	No se identifica nomenclatura en cuadro de leyendas.	Falta de información
03	Seguridad Integral Sótano 3	No se identifica nomenclatura en cuadro de leyendas.	Falta de información
04	Seguridad Integral Sótano 2	Se indica caja de paso, pero no se tiene representación gráfica en plano.	Falta de información
05	Seguridad Integral Piso 1	No se tiene losa para colocar punto de salida CCTV en techo.	Error de diseño
06	Seguridad Integral Azotea	Se indica cajas de paso con altura 1.80 m, sin embargo, arquitectura indica parapetos de h=1.10 m.	Incompatibilidad
07	Seguridad Integral Azotea	Se indica cajas de paso y salidas en techo para CCTV, pero se tiene viguetas de madera según indica arquitectura.	Error de diseño
08	Seguridad Integral Azotea	Se indica salida en techo para cámara CCTV, sin embargo, arquitectura indica área libre.	Error de diseño
09	Seguridad Integral Azotea	Se indica caja de paso con altura 1.80 m, sin embargo, no existe muro según arquitectura.	Incompatibilidad

Tabla 26: Reporte de interferencias Arquitectura VS Instalaciones Eléctricas “Raíz Mendiburu” (Fuente propia).


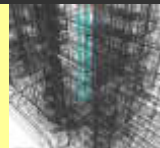

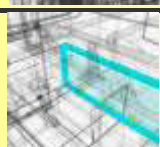
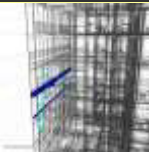
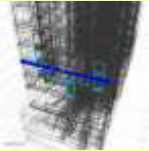
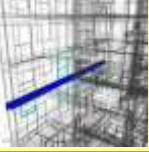
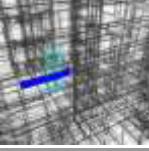
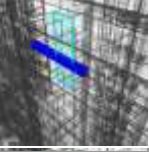
Imagen	Interferencia	Ubicación	ARQUITECTURA			INSTALACIONES ELÉCTRICAS		
			Item ID	Archivo origen del elemento	Categoría	Item ID	Archivo origen del elemento	Categoría
	Tomacorriente en ventana	I-3 : TERCER PISO	<i>Element ID :</i> 474392	AR-MENDIBURU-3D	Windows	<i>Element ID :</i> 966400	IE-MENDIBURU-3D	Uniones de tubo
	Tomacorriente en ventanas	G-7 : SEGUNDO PISO	<i>Element ID :</i> 426966	AR-MENDIBURU-3D	Windows	<i>Element ID :</i> 964308	IE-MENDIBURU-3D	Uniones de tubo
	New Group	E-3 : SEGUNDO PISO	<i>Element ID :</i> 415130	AR-MENDIBURU-3D	Windows	<i>Element ID :</i> 965913	IE-MENDIBURU-3D	Uniones de tubo
	New Group (3)	C-3 : SEMI SÓTANO	<i>Element ID :</i> 627723	AR-MENDIBURU-3D	Windows	<i>Element ID :</i> 957088	IE-MENDIBURU-3D	Uniones de tubo

Tabla 27: Reporte de interferencias Arquitectura VS Estructuras “Raíz Mendiburu” (Fuente propia).

Imagen	Interferencia	Ubicación	ARQUITECTURA			ESTRUCTURAS		
			Item ID	Archivo origen del elemento	Categoría	Item ID	Archivo origen del elemento	Categoría
	New Group	B-3 : CUARTO PISO	<i>Element ID :</i> 1014338	AR-MENDIBURU-3D	Windows	<i>Element ID :</i> 768489	ES-MENDIBURU-3D	Structural Framing
	New Group (4)	B-8 : TERCER PISO	<i>Element ID :</i> 1011395	AR-MENDIBURU-3D	Windows	<i>Element ID :</i> 767147	ES-MENDIBURU-3D	Structural Framing
	New Group (1)	B-5 : SEGUNDO PISO	<i>Element ID :</i> 1008757	AR-MENDIBURU-3D	Windows	<i>Element ID :</i> 764639	ES-MENDIBURU-3D	Structural Framing
	Clash12	F-6 : PRIMER PISO	<i>Element ID :</i> 832970	AR-MENDIBURU-3D	Windows	<i>Element ID :</i> 504428	ES-MENDIBURU-3D	Structural Framing
	Clash13	F-6 : SEXTO PISO	<i>Element ID :</i> 831910	AR-MENDIBURU-3D	Windows	<i>Element ID :</i> 522446	ES-MENDIBURU-3D	Structural Framing

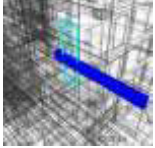
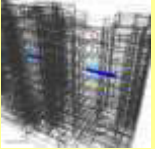


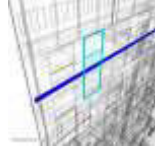
	Clash15	I-6 : SEGUNDO PISO	<i>Element ID :</i> 833533	AR-MENDIBURU-3D	Windows	<i>Element ID :</i> 516038	ES-MENDIBURU-3D	Structural Framing
	New Group (2)	F-6 : CUARTO PISO	<i>Element ID :</i> 832218	AR-MENDIBURU-3D	Windows	<i>Element ID :</i> 518653	ES-MENDIBURU-3D	Structural Framing
	Clash21	B-2 : TERCER PISO	<i>Element ID :</i> 1009821	AR-MENDIBURU-3D	Windows	<i>Element ID :</i> 767045	ES-MENDIBURU-3D	Walls
	Clash23	B-6 : SEGUNDO PISO	<i>Element ID :</i> 1008757	AR-MENDIBURU-3D	Windows	<i>Element ID :</i> 766823	ES-MENDIBURU-3D	Walls
	Clash24	B-7 : QUINTO PISO	<i>Element ID :</i> 1011693	AR-MENDIBURU-3D	Windows	<i>Element ID :</i> 768270	ES-MENDIBURU-3D	Walls

Tabla 28: Reporte de interferencias Arquitectura VS Instalaciones de Gas “Raíz Mendiburu” (Fuente propia).

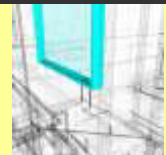

Imagen	Interferencia	Ubicación	ARQUITECTURA			INSTALACIONES DE GAS		
			Item ID	Archivo origen del elemento	Categoría	Item ID	Archivo origen del elemento	Categoría
	New Group	H-3 : PRIMER PISO	<i>Element ID :</i> 591835	AR-MENDIBURU-3D	Windows	<i>Element ID :</i> 969133	IG-MENDIBURU-3D	Tuberías
	New Group (1)	H-3 : SEGUNDO PISO	<i>Element ID :</i> 411215	AR-MENDIBURU-3D	Windows	<i>Element ID :</i> 977028	IG-MENDIBURU-3D	Tuberías

Tabla 29: Reporte de interferencias Arquitectura VS Instalaciones de Sanitarias “Raíz Mendiburu” (Fuente propia).

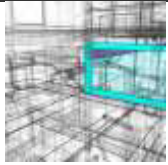
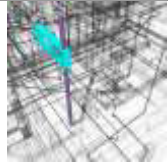
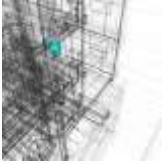

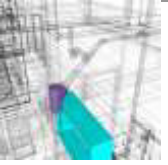
Imagen	Interferencia	Ubicación	ARQUITECTURA			INSTALACIONES SANITARIAS		
			Item ID	Archivo origen del elemento	Categoría	Item ID	Archivo origen del elemento	Categoría
	Clash1	C-8 : NPT +/- 0.00	<i>Element ID :</i> 610680	AR-MENDIBURU-3D	Windows	<i>Element ID :</i> 904736	IS-MENDIBURU-3D	Tuberías
	Clash2	C-1 : PRIMER PISO	<i>Element ID :</i> 591923	AR-MENDIBURU-3D	Windows	<i>Element ID :</i> 1616735	IS-MENDIBURU-3D	Tuberías
	Clash12	C-1 : TERCER PISO	<i>Element ID :</i> 474440	AR-MENDIBURU-3D	Windows	<i>Element ID :</i> 1671300	IS-MENDIBURU-3D	Tuberías
	Clash13	C-1 : SEGUNDO PISO	<i>Element ID :</i> 415135	AR-MENDIBURU-3D	Windows	<i>Element ID :</i> 1671394	IS-MENDIBURU-3D	Tuberías
	Clash17	K-2 : NPT +/- 0.00	<i>Element ID :</i> 610290	AR-MENDIBURU-3D	Windows	<i>Element ID :</i> 1610593	IS-MENDIBURU-3D	Uniones de tubería

Tabla 30: Reporte de interferencias Comunicaciones VS Instalaciones Eléctricas “Raíz Mendiburu” (Fuente propia).

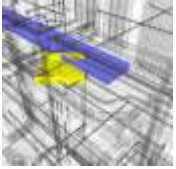
			COMUNICACIONES			INSTALACIONES ELÉCTRICAS		
Imagen	Interferencia	Ubicación	Item ID	Archivo origen del elemento	Categoría	Item ID	Archivo origen del elemento	Categoría
	Clash1	D-4 : SÓTANO 1	<i>Element ID : 803715</i>	CD-MENDIBURU-3D	Cable Trays	<i>Element ID : 1034742</i>	IE-MENDIBURU-3D	Bandejas de cables

Tabla 31: Reporte de interferencias Estructuras VS Instalaciones Eléctricas “Raíz Mendiburu” (Fuente propia).


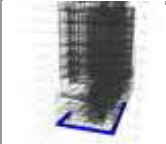
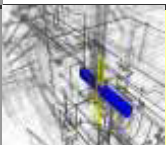
			ESTRUCTURAS			INSTALACIONES ELÉCTRICAS		
Imagen	Interferencia	Ubicación	Item ID	Archivo origen del elemento	Categoría	Item ID	Archivo origen del elemento	Categoría
	Clash1	B-1 : SÓTANO 3	<i>Element ID : 556473</i>	ES-MENDIBURU-3D	Structural Foundations	<i>Element ID : 935676</i>	IE-MENDIBURU-3D	Uniones de tubo
	Clash8	B-8 : SÓTANO 3	<i>Element ID : 556473</i>	ES-MENDIBURU-3D	Structural Foundations	<i>Element ID : 935720</i>	IE-MENDIBURU-3D	Uniones de tubo
	New Group (3)	D-3 : CUARTO DE MAQUINAS	<i>Element ID : 435483</i>	ES-MENDIBURU-3D	Structural Framing	<i>Element ID : 804158</i>	IE-MENDIBURU-3D	Tubos

Tabla 32: Reporte de interferencias Estructuras VS Instalaciones de Gas “Raíz Mendiburu” (Fuente propia).

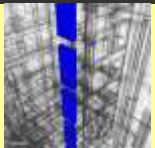
			ESTRUCTURAS			INSTALACIONES DE GAS		
Imagen	Interferencia	Ubicación	Item ID	Archivo origen del elemento	Categoría	Item ID	Archivo origen del elemento	Categoría
	New Group (1)	C-3 : SEGUNDO PISO	Element ID : 517238	ES-MENDIBURU-3D	Structural Columns	Element ID : 983165	IG-MENDIBURU-3D	Tuberías

Tabla 33: Reporte de interferencias Estructuras VS Instalaciones de Mecánicas “Raíz Mendiburu” (Fuente propia).

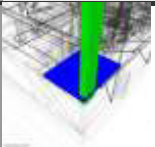
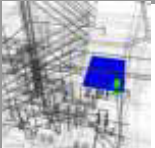

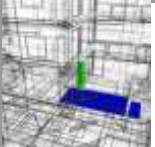
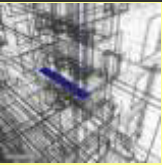
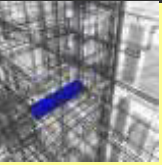
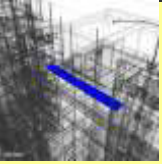
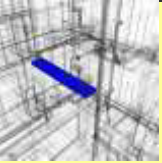
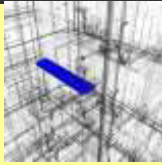
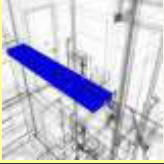
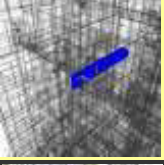


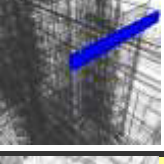

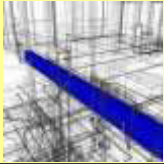
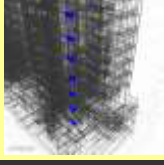
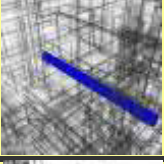
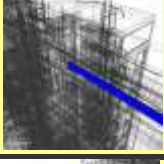


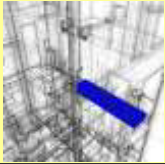
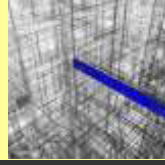
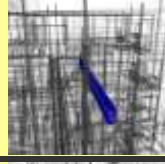
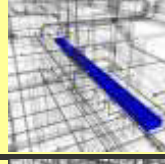
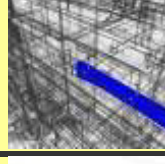

			ESTRUCTURAS			INSTALACIONES MECÁNICAS		
Imagen	Interferencia	Ubicación	Item ID	Archivo origen del elemento	Categoría	Item ID	Archivo origen del elemento	Categoría
	Clash1	A-8 : SÓTANO 1	Element ID : 461696	ES-MENDIBURU-3D	Floors	Element ID : 927008	IM-MENDIBURU-3D	Conductos
	Clash2	E-3 : CUARTO DE MAQUINAS	Element ID : 436263	ES-MENDIBURU-3D	Floors	Element ID : 922791	IM-MENDIBURU-3D	Conductos
	Clash4	D-2 : CUARTO DE MAQUINAS	Element ID : 436309	ES-MENDIBURU-3D	Floors	Element ID : 923524	IM-MENDIBURU-3D	Conductos
	Clash5	I-1 : SÓTANO 1	Element ID : 460435	ES-MENDIBURU-3D	Floors	Element ID : 927530	IM-MENDIBURU-3D	Conductos

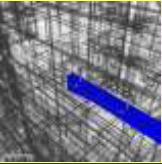
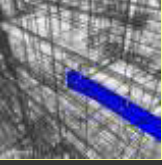
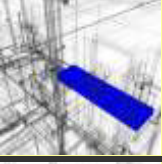
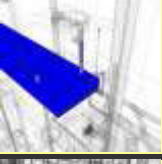
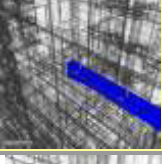
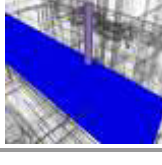
Tabla 34: Reporte de interferencias Estructuras VS Instalaciones Sanitarias “Raíz Mendiburu” (Fuente propia).

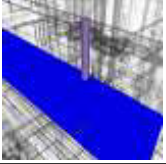
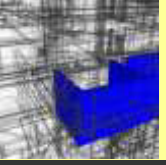
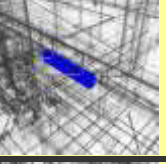
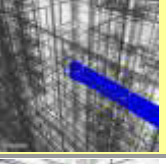


Imagen	Interferencia	Ubicación	ESTRUCTURAS			INSTALACIONES SANITARIAS		
			Item ID	Archivo origen del elemento	Categoría	Item ID	Archivo origen del elemento	Categoría
	New Group (1)	F-1 : NPT +/- 0.00	<i>Element ID :</i> 486384	ES-MENDIBURU-3D	Structural Framing	<i>Element ID :</i> 796150	IS-MENDIBURU-3D	Tuberías
	New Group (8)	C-1 : PRIMER PISO	<i>Element ID :</i> 581319	ES-MENDIBURU-3D	Structural Framing	<i>Element ID :</i> 896421	IS-MENDIBURU-3D	Tuberías
	New Group (10)	E-3 : SEPTIMO PISO	<i>Element ID :</i> 521799	ES-MENDIBURU-3D	Structural Framing	<i>Element ID :</i> 1308149	IS-MENDIBURU-3D	Tuberías
	New Group (17)	B-1 : PRIMER PISO	<i>Element ID :</i> 651301	ES-MENDIBURU-3D	Structural Framing	<i>Element ID :</i> 1214732	IS-MENDIBURU-3D	Tuberías
	New Group (18)	B-1 : SEGUNDO PISO	<i>Element ID :</i> 651943	ES-MENDIBURU-3D	Structural Framing	<i>Element ID :</i> 1671580	IS-MENDIBURU-3D	Tuberías

	New Group (19)	B-1 : TERCER PISO	<i>Element ID :</i> 653280	ES-MENDIBURU- 3D	Structural Framing	<i>Element ID :</i> 1671555	IS-MENDIBURU- 3D	Tuberías
	New Group (25)	C-8 : SEXTO PISO	<i>Element ID :</i> 522430	ES-MENDIBURU- 3D	Structural Framing	<i>Element ID :</i> 1337411	IS-MENDIBURU- 3D	Tuberías
	New Group (26)	K-2 : SÓTANO 1	<i>Element ID :</i> 462458	ES-MENDIBURU- 3D	Structural Framing	<i>Element ID :</i> 1612201	IS-MENDIBURU- 3D	Tuberías
	New Group (27)	H-3 : NPT +- 0.00	<i>Element ID :</i> 486931	ES-MENDIBURU- 3D	Structural Framing	<i>Element ID :</i> 1187840	IS-MENDIBURU- 3D	Tuberías
	Clash133	I-8 : AZOTEA	<i>Element ID :</i> 528212	ES-MENDIBURU- 3D	Structural Framing	<i>Element ID :</i> 1300744	IS-MENDIBURU- 3D	Tuberías
	New Group (43)	C-1 : PRIMER PISO	<i>Element ID :</i> 650714	ES-MENDIBURU- 3D	Structural Framing	<i>Element ID :</i> 1620026	IS-MENDIBURU- 3D	Tuberías

	New Group (44)	B-5 : PRIMER PISO	<i>Element ID :</i> 497715	ES-MENDIBURU- 3D	Structural Framing	<i>Element ID :</i> 1248477	IS-MENDIBURU- 3D	Tuberías
	Montante con viga.	B-1 : SEXTO PISO	<i>Element ID :</i> 522410	ES-MENDIBURU- 3D	Structural Framing	<i>Element ID :</i> 1304044	IS-MENDIBURU- 3D	Tuberías
	New Group (47)	B-5 : SEGUNDO PISO	<i>Element ID :</i> 515930	ES-MENDIBURU- 3D	Structural Framing	<i>Element ID :</i> 1677855	IS-MENDIBURU- 3D	Tuberías
	New Group (48)	H-6 : SEPTIMO PISO	<i>Element ID :</i> 521809	ES-MENDIBURU- 3D	Structural Framing	<i>Element ID :</i> 1300235	IS-MENDIBURU- 3D	Tuberías
	New Group (49)	B-8 : PRIMER PISO	<i>Element ID :</i> 503743	ES-MENDIBURU- 3D	Structural Framing	<i>Element ID :</i> 782185	IS-MENDIBURU- 3D	Tuberías
	New Group (50)	C-1 : SEXTO PISO	<i>Element ID :</i> 653294	ES-MENDIBURU- 3D	Structural Framing	<i>Element ID :</i> 1674412	IS-MENDIBURU- 3D	Tuberías

	New Group (51)	C-1 : TERCER PISO	<i>Element ID :</i> 653278	ES-MENDIBURU- 3D	Structural Framing	<i>Element ID :</i> 1670640	IS-MENDIBURU- 3D	Tuberías
	New Group (53)	B-5 : TERCER PISO	<i>Element ID :</i> 517270	ES-MENDIBURU- 3D	Structural Framing	<i>Element ID :</i> 1677569	IS-MENDIBURU- 3D	Tuberías
	New Group (56)	E-3 : SEPTIMO PISO	<i>Element ID :</i> 521713	ES-MENDIBURU- 3D	Structural Framing	<i>Element ID :</i> 1296116	IS-MENDIBURU- 3D	Tuberías
	New Group (69)	C-5 : SÓTANO 1	<i>Element ID :</i> 469863	ES-MENDIBURU- 3D	Structural Framing	<i>Element ID :</i> 1152825	IS-MENDIBURU- 3D	Tuberías
	New Group (73)	G-6 : NPT +- 0.00	<i>Element ID :</i> 478563	ES-MENDIBURU- 3D	Structural Framing	<i>Element ID :</i> 1604201	IS-MENDIBURU- 3D	Tuberías
	New Group (76)	G-1 : AZOTEA	<i>Element ID :</i> 528659	ES-MENDIBURU- 3D	Structural Framing	<i>Element ID :</i> 1439536	IS-MENDIBURU- 3D	Tuberías

	New Group (77)	G-6 : SEGUNDO PISO	<i>Element ID :</i> 516022	ES-MENDIBURU- 3D	Structural Framing	<i>Element ID :</i> 1692316	IS-MENDIBURU- 3D	Tuberías
	New Group (78)	G-6 : PRIMER PISO	<i>Element ID :</i> 506030	ES-MENDIBURU- 3D	Structural Framing	<i>Element ID :</i> 1262367	IS-MENDIBURU- 3D	Tuberías
	New Group (81)	C-1 : SEGUNDO PISO	<i>Element ID :</i> 651941	ES-MENDIBURU- 3D	Structural Framing	<i>Element ID :</i> 1670741	IS-MENDIBURU- 3D	Tuberías
	New Group (82)	B-1 : SEXTO PISO	<i>Element ID :</i> 653296	ES-MENDIBURU- 3D	Structural Framing	<i>Element ID :</i> 1334771	IS-MENDIBURU- 3D	Tuberías
	New Group (85)	G-6 : TERCER PISO	<i>Element ID :</i> 517362	ES-MENDIBURU- 3D	Structural Framing	<i>Element ID :</i> 1692231	IS-MENDIBURU- 3D	Tuberías
	Clash912	H-4 : TERCER PISO	<i>Element ID :</i> 517354	ES-MENDIBURU- 3D	Structural Framing	<i>Element ID :</i> 1691998	IS-MENDIBURU- 3D	Tuberías

	Clash913	H-4 : SEGUNDO PISO	<i>Element ID :</i> 516014	ES-MENDIBURU- 3D	Structural Framing	<i>Element ID :</i> 1692103	IS-MENDIBURU- 3D	Tuberías
	New Group (89)	C-7 : SÓTANO 1	<i>Element ID :</i> 434999	ES-MENDIBURU- 3D	Structural Columns	<i>Element ID :</i> 1553146	IS-MENDIBURU- 3D	Tuberías
	New Group (90)	H-6 : SÓTANO 1	<i>Element ID :</i> 464675	ES-MENDIBURU- 3D	Structural Framing	<i>Element ID :</i> 895766	IS-MENDIBURU- 3D	Tuberías
	New Group (91)	G-6 : SEXTO PISO	<i>Element ID :</i> 522466	ES-MENDIBURU- 3D	Structural Framing	<i>Element ID :</i> 1337890	IS-MENDIBURU- 3D	Tuberías
	Clash1465	H-4 : NPT +/- 0.00	<i>Element ID :</i> 480442	ES-MENDIBURU- 3D	Structural Framing	<i>Element ID :</i> 1187930	IS-MENDIBURU- 3D	Tuberías
	New Group (106)	K-2 : SEGUNDO PISO	<i>Element ID :</i> 516095	ES-MENDIBURU- 3D	Structural Framing	<i>Element ID :</i> 785846	IS-MENDIBURU- 3D	Tuberías

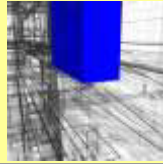
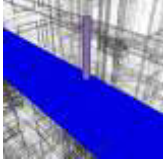
	New Group	G-6 : SÓTANO 1	<i>Element ID :</i> 425049	ES-MENDIBURU- 3D	Structural Columns	<i>Element ID :</i> 1898300	IS-MENDIBURU- 3D	Tuberías
	Clash1532	H-4 : SEXTO PISO	<i>Element ID :</i> 522458	ES-MENDIBURU- 3D	Structural Framing	<i>Element ID :</i> 1336642	IS-MENDIBURU- 3D	Tuberías

Tabla 35: Reporte de interferencias Contra Incendio VS Instalaciones Eléctricas “Raíz Mendiburu” (Fuente propia).


			CONTRA INCENDIO			INSTALACIONES ELÉCTRICAS		
Imagen	Interferencia	Ubicación	Item ID	Archivo origen del elemento	Categoría	Item ID	Archivo origen del elemento	Categoría
	New Group	D-3 : SÓTANO 3	<i>Element ID :</i> 930639	CI-MENDIBURU- 3D	Mechanical Equipment	<i>Element ID :</i> 941618	IE-MENDIBURU- 3D	Uniones de tubo

Tabla 36: Reporte de interferencias Instalaciones Eléctricas VS Instalaciones Sanitarias “Raíz Mendiburu” (Fuente propia).



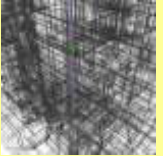
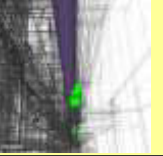
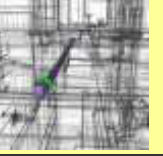




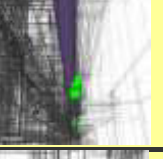


Imagen	Interferencia	Ubicación	ARQUITECTURA			INSTALACIONES ELÉCTRICAS		
			Item ID	Archivo origen del elemento	Categoría	Item ID	Archivo origen del elemento	Categoría
	Montante de desagüe con extractor baño	K-2 : TERCER PISO	<i>Element ID :</i> 987431	IM-MENDIBURU-3D	Uniones de conducto	<i>Element ID :</i> 1562777	IS-MENDIBURU-3D	Tuberías
	New Group (2)	K-2 : NPT +- 0.00	<i>Element ID :</i> 962849	IM-MENDIBURU-3D	Conductos	<i>Element ID :</i> 1610593	IS-MENDIBURU-3D	Uniones de tubería
	New Group (3)	H-8 : NPT +- 0.00	<i>Element ID :</i> 985132	IM-MENDIBURU-3D	Conductos	<i>Element ID :</i> 786694	IS-MENDIBURU-3D	Tuberías
	New Group (4)	F-1 : SEPTIMO PISO	<i>Element ID :</i> 988628	IM-MENDIBURU-3D	Conductos	<i>Element ID :</i> 1213571	IS-MENDIBURU-3D	Tuberías
	New Group (6)	C-8 : NPT +- 0.00	<i>Element ID :</i> 952879	IM-MENDIBURU-3D	Conductos	<i>Element ID :</i> 904736	IS-MENDIBURU-3D	Tuberías
	New Group	C-1 : TERCER PISO	<i>Element ID :</i> 987479	IM-MENDIBURU-3D	Uniones de conducto	<i>Element ID :</i> 897098	IS-MENDIBURU-3D	Tuberías

Tabla 37: Reporte de interferencias Instalaciones Mecánicas VS Instalaciones Sanitarias “Raíz Mendiburu” (Fuente propia).

Imagen	Interferencia	Ubicación	ARQUITECTURA			INSTALACIONES ELÉCTRICAS		
			Item ID	Archivo origen del elemento	Categoría	Item ID	Archivo origen del elemento	Categoría
	Montante de desague con extractor baño	K-2 : TERCER PISO	<i>Element ID :</i> 987431	IM-MENDIBURU-3D	Uniones de conducto	<i>Element ID :</i> 1562777	IS-MENDIBURU-3D	Tuberías
	New Group (2)	K-2 : NPT +- 0.00	<i>Element ID :</i> 962849	IM-MENDIBURU-3D	Conductos	<i>Element ID :</i> 1610593	IS-MENDIBURU-3D	Uniones de tubería
	New Group (3)	H-8 : NPT +- 0.00	<i>Element ID :</i> 985132	IM-MENDIBURU-3D	Conductos	<i>Element ID :</i> 786694	IS-MENDIBURU-3D	Tuberías
	New Group (4)	F-1 : SEPTIMO PISO	<i>Element ID :</i> 988628	IM-MENDIBURU-3D	Conductos	<i>Element ID :</i> 1213571	IS-MENDIBURU-3D	Tuberías
	New Group (6)	C-8 : NPT +- 0.00	<i>Element ID :</i> 952879	IM-MENDIBURU-3D	Conductos	<i>Element ID :</i> 904736	IS-MENDIBURU-3D	Tuberías
	New Group	C-1 : TERCER PISO	<i>Element ID :</i> 987479	IM-MENDIBURU-3D	Uniones de conducto	<i>Element ID :</i> 897098	IS-MENDIBURU-3D	Tuberías